



南京市交通拥堵收费政策影响 仿真研究

Simulation Study on the Impacts of Traffic

南京市机动车排气污染监督管理中心

2014年10月

项目信息

项目资助号: G-1310-19223

项目期: 11/01/2013-10/31/2014

所属领域: 交通

项目概述: 针对南京市目前的交通情况,对主城区进行合理的机动车排放收费限行,在缓解南京市日益严重的交通拥堵的同时,能降低机动车排放产生的污染。本研究对南京市部分区域实施机动车拥堵收费产生的交通影响进行仿真分析,结合不同车型车主意愿调查,为后期制定收费策略提供定量化的参考依据。

项目成员: 尚若静,许立峰,郭建华,刘钊,周旭

关键词:机动车拥堵,拥堵收费,交通仿真分析,城市交通

目录

摘要	1
1. 绪论	2
1.1 研究背景	2
1.1.1 城市交通与环境发展的目标及问题	2
1.1.2 我国汽车保有量的发展趋势	3
1.1.3 南京市机动车保有量与城市空气污染现状	4
1.2 研究目的和意义	7
1.3 研究内容与技术路线	8
1.3.1 研究内容	8
1.3.2 研究技术路线	9
2. 国外案例分析	11
2.1 伦敦拥堵收费政策	11
2.1.1 发展简介	11
2.1.2 伦敦拥堵收费实施研究	12
2.1.3 伦敦拥堵收费制度的主要要素	12
2.1.4 伦敦拥堵收费配套措施	13
2.1.5 伦敦拥堵收费的交通影响	14
2.1.6 其他方面的影响	16
2.2 新加坡道路收费	16
2.2.1 概况	16
2.2.2 新加坡拥堵收费实施研究	17
2.2.3 新加坡拥堵收费机制	17
2.2.4 新加坡拥堵收费的影响	19
2.3 本章小结	19
3. 南京市机动车排放收费出行意向调查	21
3.1 调查问卷设计	21
3.2 调查实施	22
3.3 调查问卷结果分析	23
3.4 本章小结	26
4. 区域选择及收费策略设计	27
4.1 研究背景区域	27
4.1.1 南京市交通状况	27
4.1.2 研究区域	29
4.2 拟收费区域选择	30
4.2.1 拟收费区域一	30
4.2.2 拟收费区域二	31
4.3 收费策略设计	32
4.3.1 收费策略设计原则	32
4.3.2 拟收费区域一的收费方案	34
4.3.2 拟收费区域二的收费方案	37
4.4 本章小结	41
5. 机动车排放收费策略的仿真技术实现	42

5.1 仿真模型的建立.....	42
5.1.1 仿真建模的技术路线.....	42
5.1.2 路网几何特征.....	43
5.1.3 交叉口渠化及信号配时.....	44
5.1.4 车型组成比例.....	49
5.2 仿真模型参数的标定.....	53
5.2.1 标定的目的及意义.....	54
5.2.2 遗传算法简介.....	54
5.2.3 基于遗传算法的仿真模型标定.....	57
5.2.4 模型标定及结果分析.....	58
5.3 收费策略的仿真实现.....	60
5.3.1 仿真软件 Paramics 简介.....	60
5.3.2 收费策略实现方法.....	61
5.4 本章小结.....	63
6. 机动车排放收费仿真分析.....	64
6.1 仿真实验设计.....	64
6.2 收费方案一仿真结果分析.....	66
6.2.1 整体流量变化.....	66
6.2.2 最优收费价格.....	69
6.2.3 收费方案一小结.....	71
6.3 收费方案二仿真结果分析.....	71
6.3.1 整体流量变化.....	71
6.3.2 最优收费价格.....	74
6.3.3 收费方案二小结.....	76
6.4 收费方案比较及评价.....	77
6.5 收费方案减排评价.....	78
6.6 本章小结.....	78
7. 小结.....	80
8. 政策展望.....	82
参考文献.....	82
附录.....	83
附录 1 车辆组成情况.....	83
附录 2 各车型转向数据.....	87
附录 3 收费方案实施前流量.....	89
附录 4 收费方案一（4 种收费价格）实施后流量.....	90
附录 5 收费方案二（4 种收费价格）实施后流量.....	95
附录 6 收费方案一单检测器流量变化.....	99
附录 7 收费方案二单检测器流量变化.....	102
附录 8 Paramics 仿真软件路网绘制说明.....	105
附录 9 停车收费政策实施前后交通流量变化.....	116

摘要

伴随着经济的高速增长，我国的城市化水平也在迅速提高，人口快速向大中城市集中，城市的职能不断加强，居民的经济、文化活动更加频繁，导致了我国大中城市交通需求的快速增长，机动车保有量迅速增长，在带动经济发展及加快城市化进程的同时，也对城市交通系统、社会系统和生态环境造成了巨大的冲击。当前我国城市机动车污染问题日益突出，机动车尾气排放已成为城市空气污染的主要来源之一，是造成灰霾、光化学烟雾污染的重要原因，同时，由于机动车大多行驶在人口密集区域，尾气排放直接威胁人们的健康。在此背景下，机动车排放收费策略是改善城市空气环境的有效措施之一。

为了分析机动车排放收费策略产生的交通影响，本研究从三方面开展研究工作。首先，对机动车驾驶员进行了排放收费的问卷调查。其次，选择交通较为拥堵的区域作为研究背景区域，拟定机动车排放收费区域，提出机动车排放收费策略的设计原则，给出相应的收费方案。然后，根据给出的收费方案，在微观交通仿真平台上定量分析机动车排放收费所产生的交通影响。

通过上述工作，首先，意向调查结果表明，随着收费费率的增加，驾驶员选择绕开收费限行区域的倾向越明显，特别的，收费费率为 10 元是收费的一个敏感价格。其次，仿真实验实施的效果表明，本研究所提出来的针对关键卡口的排放收费控制策略和原则是可行的。第三，仿真实验的结果分析表明，收费可降低收费区域的机动车排放水平。最后，在保持总体路网运行效率稳定的前提下，不同范围的收费区域可以承受不同水平的收费价格，因此，本研究建议分级收费的收费方案，即对不同等级范围的收费区域，实行不同的收费价格，以达到更优的交通运行状态。

1. 绪论

1.1 研究背景

近年来，我国的城市建设取得了令人瞩目的成就。然而，随着城市交通的发展，也带来了一系列的问题，特别是机动车拥有量迅速增长，给城市环境带来了巨大的压力。城市交通建设作为城市建设的一个重要组成部分，已经与城市生态建设紧密的联系在一起了。如何处理好城市交通建设与城市环境的关系，直接影响到城市的可持续发展战略。

1.1.1 城市交通与环境发展的目标及问题

城市交通发展应当符合国家确定的可持续发展战略，支持城市社会经济发展，满足居民不断增长的交通需求，同时也应有利于城市环境状况的改善。

城市社会经济的发展，需要安全、高效、清洁、经济的城市交通运输系统；城市居民生活质量的提高，需要安全、方便、舒适、快捷、低价的公共交通服务；城市环境的改善需要有利于环境改善的交通政策。因此，城市交通发展目标必须与城市社会经济发展目标相协调，与城市环境可持续发展目标一致。

我国城市交通与环境问题已经相当严重。城市交通与环境问题的解决，需要各部门相互协调，采取整体的、综合的、积极的行为。我国交通与环境之间的矛盾主要体现在以下六个方面^[1]：

(1) 空间资源的低效率配置。公共交通发展不充分，导致交通结构不合理，道路、停车场等土地和空间资源低效率配置。道路与交通管理设施建设滞后于车辆和交通流量的发展，停车场等静态交通设施严重不足。

(2) 时间资源浪费。交通拥挤已使城市机动车行驶速度急剧下降，并直接导致公共交通服务水平下降。不合理的交通结构产生巨大的时间成本。

(3) 空气污染。一些大城市机动车排放的污染物对多项大气污染指标的贡献已达到 60%以上，危害人体健康。交通污染治理已经成为城市大气环境治理的主要内容之一。

(4) 噪声污染。城市主要道路两侧的噪声污染不断加剧，全国 80%以上的大城市交通干线噪声超标（大于 70dB（A）），严重影响了居民休息和教育、文化活动。

(5) 资源消耗。城市交通，特别是个人机动化交通消耗了大量的能源和其

他不可再生资源。

(6) 交通事故。城市交通参与者法制观念淡薄，交通违章现象十分严重。城市交通事故造成了大量的人员伤亡和高额的直接和间接经济损失。

这些问题都造成了严重的国民经济损失，直接阻碍了城市社会、经济与环境的健康可持续发展。

1.1.2 我国汽车保有量的发展趋势

随着经济的快速发展，我国汽车保有量正在快速增长，但千人汽车保有量与欧美发达国家仍有很大的差距。1960至2012年，我国的民用汽车保有量^[2]如图1.1所示。2000年之前，我国民用汽车保有量增长的幅度较为平缓，年均增长率约为12%，而2000年之后增长十分迅猛，增长率约为17%。但从千人汽车保有量上来看，我国与美国、日本和欧盟国家等经济较为发达国家相比还有很大的差距，如图1.2所示^[2]。2010年，我国、美国、日本和欧盟的千人汽车保有量分别为58辆/千人、797辆/千人、605辆/千人和549辆/千人。从千人汽车保有量增长趋势来看，美国、日本和欧盟国家的千人保有量均呈现出经过增长阶段之后逐渐达到饱和的趋势，而我国目前还处于逐步增长阶段^[3]。因此，我国汽车保有量将会继续保持较高的增长趋势。

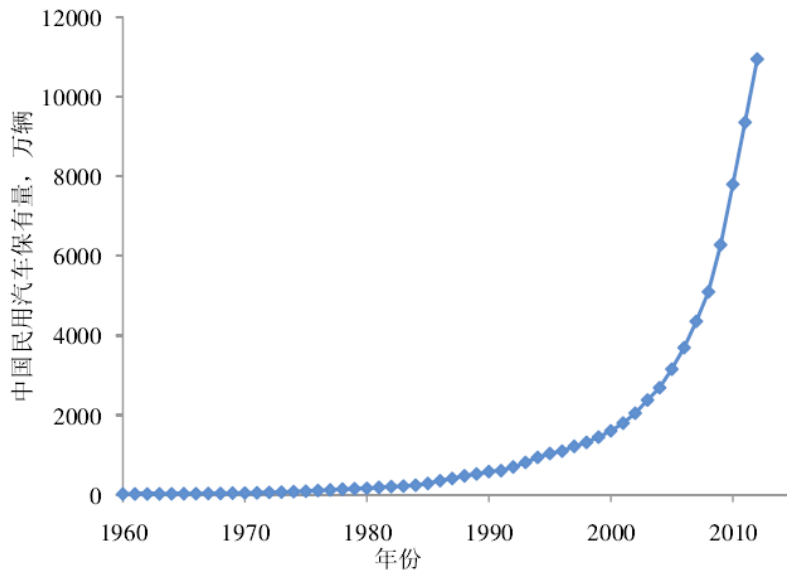


图 1.1 中国民用汽车保有量，1960-2012

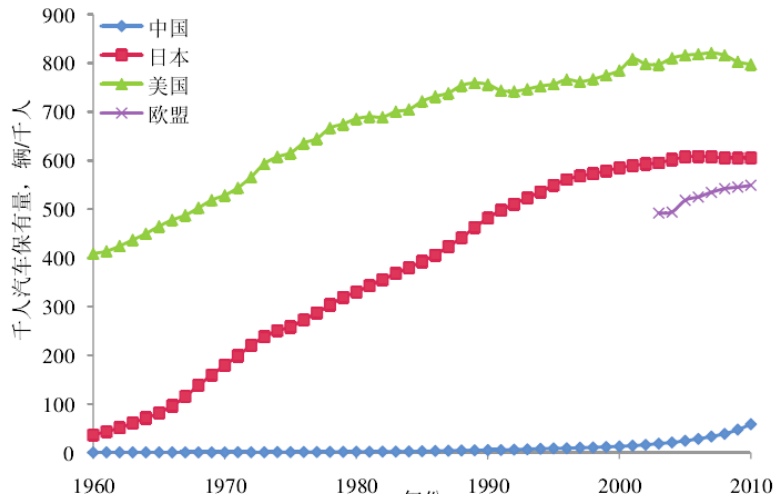


图 1.2 各国千人汽车保有量对比, 1960~2010

民用汽车作为机动车中的一个重要组成部分, 其增长速度越来越快, 特别是私人小汽车大量进入千家万户, 使得我国大中城市的机动车保有量迅猛增长。根据《中国机动车污染防治年报 2013》, 2012 年我国机动车保有量达到 22382.8 万辆, 其中汽车 10837.8 万辆, 低速汽车 1145.0 万辆, 摩托车 10400.0 万辆。并且汽车保有量较大的省份主要集中在东部地区, 前五位的省份依次为广东、上海、江苏、浙江和河北, 全国各省份汽车保有量见图 1.3。

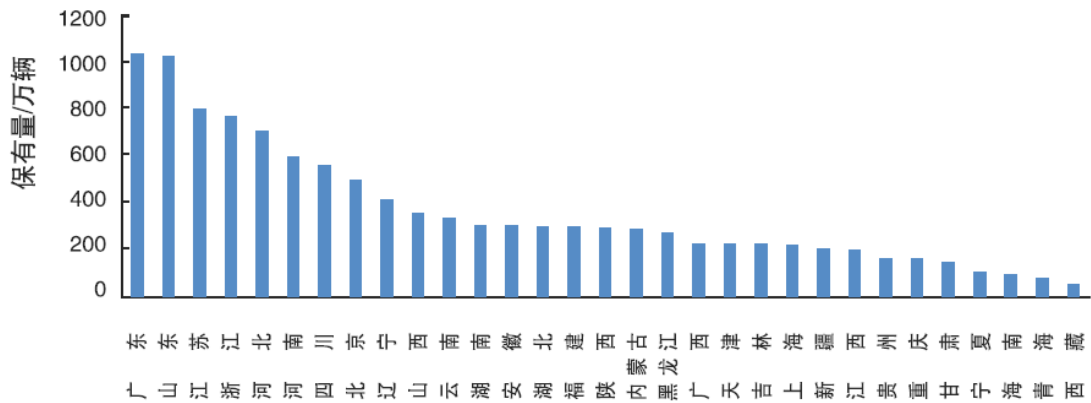


图 1.3 2012 年全国各省份汽车保有量

1.1.3 南京市机动车保有量与城市空气污染现状

江苏作为我国华东地区的重要省份, 拥有很高的机动车保有量。而作为省会的南京, 在经济快速发展的带动下, 机动车保有量迅速增长。根据《南京交通发展年度报告(2014)》, 自 2001 年以来, 南京市机动车拥有量呈稳步增长的趋势, 其中小型客车是增长的主体。如图 1.4 和图 1.5 所示, 分别为历年来南京机动车拥有量增长情况示意图和小型客车增长情况示意图。



图 1.4 历年南京市机动车拥有量增长情况

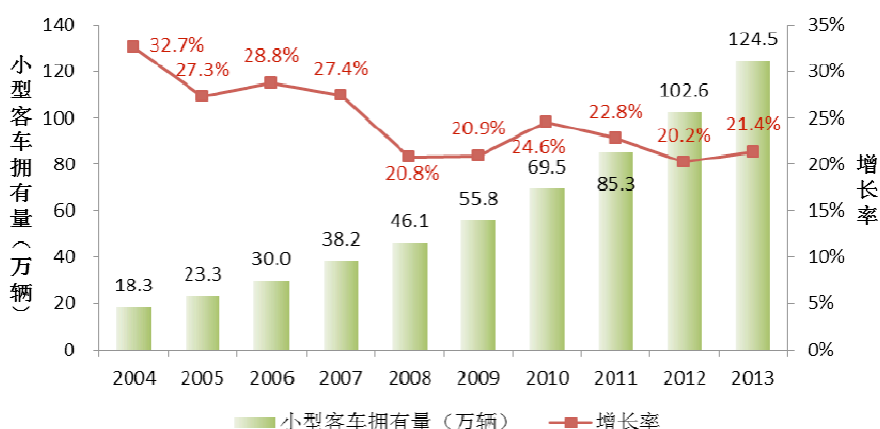


图 1.5 历年南京市小型客车增长情况

从经济发展的角度来看，自 2001 年以来，私人汽车的发展在整个机动车发展过程中，占有很大一部分比例。特别是随着汽车价格的下降以及个人购买能力的提升，我国私人汽车的市场还存在着很大的潜力。2013 年，全市私人汽车的拥有量为 117.7 万辆，占全市汽车总量的 83.8%，较上年增加 21.3 万辆，增幅 22.10%，相比较前几年的增长，有所放缓。图 1.6 所示为，历年南京市私人汽车发展的趋势图。



图 1.6 历年南京市私人汽车发展趋势

根据新修订的《环境空气质量标准》(GB3095-2012),《南京交通发展年度报告(2014)》的数据显示,2013年南京市建成区环境空气质量指数范围为33~377,空气质量达标202天。为了反应机动车保有量增长与城市空气质量变化的关系,汇总了历年来南京市空气质量的变化情况,如下表1.1所示。

表 1.1 历年南京空气质量及空气污染指数(API/AQI)

年度	达到空气质量标准级别分布(天)			空气优良情况			空气污 染指数 API范 围
	□ 级优	□ 级良	□ 轻度污 染	□ 级以上 污染	优良天数	优良率 (%)	
2008	49	273	43	1	322	88.0	18~414
2009	58	257	49	1	315	86.3	15~319
2010	41	261	60	3	302	82.7	14~500
2011	62	255	46	2	317	86.8	15~307
2012	42	275	49	0	317	86.6	25~165
2013	12	190	98	65	202	55.3	33-377

注:2008年至2012年按照空气污染指数API统计,2013年按照空气质量指数AQI统计。

机动车尾气排放污染是我国大中城市空气污染的主要来源之一,随着南京市机动车的快速发展,特别是私人小汽车的发展,机动车排放产生的污染必然影响南京市的空气质量水平。2013年南京市按年均标准值计算,其中PM2.5和PM10贡献最大,详细结果如下表1.2所示。并且2013年南京市机动车污染物排放的分担率如表1.3所示。

表 1.2 2013年空气质量监测结果统计(单位:毫克/立方米)

区域	评价指标	年均值	同比	日均值	日均值
				超标天数(天)	超标率
建成区	SO2	0.037	↑12.1%	0	0.0%
	NO2	0.055	↑7.8%	52	14.2%
	PM10	0.137	↑6.2%	116	31.8%
	PM2.5	0.077	↑14.9%	144	39.5%
	CO	1.04	↑14.3%	0	0.0%
	O3	0.049	↓7.5%	17	4.7%
五郊区	SO2	0.031	↑3.3%	0	0.0%
	NO2	0.04	↑25.0%	6	1.6%
	PM10	0.094	↑6.8%	50	13.7%

表 1.3 2013 年机动车污染物排放分担率

车辆类型	一氧化碳 (CO)		碳氢化合物 (HC)		氮氧化物 (NOX)		颗粒物 (PM)	
	排放 (吨)	占比	排放 (吨)	占比	排放 (吨)	占比	排放 (吨)	占比
汽车	128305.8	83.1	15677.4	83.1	35990.3	98.9	2511.3	99.7
低速汽车	39.5	0	118.4	0.6	124.9	0.3	7.6	0.3
摩托车	26171.5	16.9	3069	16.3	271.5	0.8	—	—
合计	154516.8	100	18864.8	100	36386.7	100	2518.9	100

注:微型汽油车和摩托车未进行颗粒物的核算

1.2 研究目的和意义

南京作为我国长江下游重要的副省级城市,在取得骄人发展成果的同时,也面临着一系列的问题。特别是近年来,南京市机动车保有量快速增长所带来的问题,例如,交通拥堵、环境污染、噪声污染等等。目前,机动车尾气排放已经成为大中城市空气污染的主要来源之一,使得城市环境负担日益严重,并给人们的健康带来了严重的危害,有效的控制机动车尾气排放,就显得十分必要。同时,南京作为一个集旅游、经济和文化为一体的重要城市,如何处理好环境与城市经济建设之间的关系,对促进经济、环境和社会的可持续发展至关重要。

城市中心区是城市功能高度聚集的地区,城市居住人口和就业岗位最为集中,建筑开发密度最高,最能体现城市的面貌和城市的活力,同时也是交通拥堵最为严重的区域。对城市中心区实施科学的交通控制策略,有利于发挥城市功能,充分发掘现有道路设施资源的潜力,提高道路设施的通行能力和服务水平,有效的缓解中心区交通拥堵状况,优化交通结构,初步实现交通外部成本内部化,体现社会福利性和公平性。但在城市中心区实施交通控制干预,不仅在硬件设施方面的投入相当大,而且也会对城市社会经济活动带来一系列的影响。因此,必须以科学、严谨、开放、实事求是的态度,来认真解决我国城市交通发展中遇到的问题。

南京市的机动车保有量和居民的交通需求在不断增长的同时,南京市主要道路高峰时段平均车速很低,呈现十分拥堵的状态,机动车尾气排放也呈上升趋势。针对南京市目前的交通情况,对主城区进行合理的机动车排放收费限行,在缓解南京市日益严重的交通拥堵的同时,能降低机动车排放产生的污染。然而,机动车排放收费政策对南京市会产生怎样的交通影响尚未有专家学者进行充分的研

究，因此，本研究将对南京市实施机动车排放收费产生的交通影响进行分析，这对缓解南京市中心区域的交通拥堵及减轻机动车排放污染具有一定的价值。

目前，英国、瑞典、新加坡和美国等发达国家，已经在部分城市实施了拥堵收费政策，其目的是缓解严重的交通拥堵状况，减轻拥堵区域的空气污染，改善城市交通环境，这与本研究所要达到的目的是一致的。本研究得到的分析结论后续将为机动车尾气排放污染分析奠定基础。

本项目的研究目的主要包括三个方面：

(1) 通过问卷调查的形式，获取排放收费出行意向，了解机动车驾驶员对南京市实施机动车排放收费政策的反应；

(2) 查阅相应的文献资料，结合南京市的实际情况，设计完整的机动车排放收费策略；

(3) 利用仿真软件，对提出的机动车排放收费方案进行交通仿真分析，研究机动车排放收费产生的交通影响。

1.3 研究内容与技术路线

1.3.1 研究内容

本研究运用交通仿真技术，把获取的机动车排放收费出行意向调查与设计的排放收费方案相结合，分析在机动车排放收费实施之后所产生的交通影响。把一个复杂的、无法用简单抽象的数学模型描述的问题，通过交通仿真技术定量的进行分析。主要研究内容如下：

(1) 机动车排放收费政策出行意向调查

以问卷调查的形式，了解驾驶员对南京市实施机动车排放收费的反应，为后续在交通仿真中实现收费策略做准备。

(2) 区域的选择

选择南京市新街口附近的范围作为研究区域，并确定收费区域。

(3) 机动车排放收费策略的设计

查阅相应的文献资料，并根据划定的研究区域与收费区域，设计具体的机动车排放收费方案。

(4) 建立仿真模型

通过文献调研及人工现场调查的方式，获取建模所需的路网几何特征、交叉口信号灯配时、渠化方式以及研究区域车型组成比例。并在仿真平台上，完成模型的建立。

(5) 仿真参数标定

由于在仿真软件中，是通过起讫点（OD）矩阵来产生交通流的。同时，交通仿真只有在尽可能的贴近现实情况，才有意义。为此，采用遗传算法（Genetic Algorithm）对收费区域仿真模型进行 OD 矩阵的参数标定，并对标定结果进行分析，为收费策略的实施奠定基础。

（6）收费策略的实现

通过仿真软件 Paramics 提供的 API 接口函数，利用 Visual C++ 6.0 的动态链接库（DLL）编写相应的排放收费控制程序。

（7）仿真实验结果分析

在仿真平台上，研究分析实施机动车排放收费策略对研究区域交通运行状况的影响。

1.3.2 研究技术路线

基于上述研究内容，本研究的技术路线框架如图 1.4 所示。

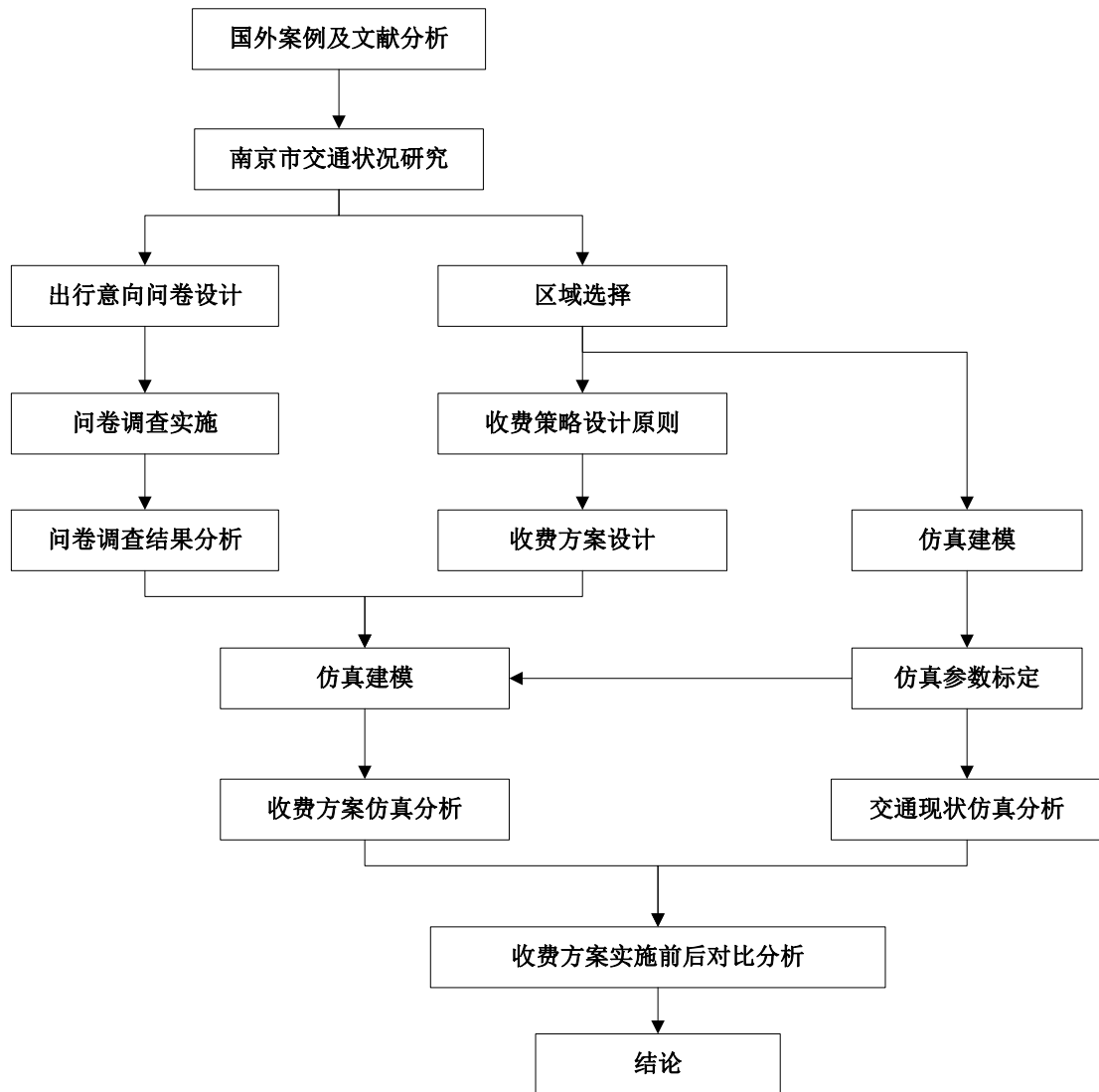


图 1.4 研究技术路线图

2.国外案例分析

目前，中国是全球最大的新车市场，并且在预计未来 10 年左右将超过美国拥有全世界最大的汽车车队。快速增长的机动车保有量使得中国石油消费快速增加，同时也给城市带来了交通拥堵和空气质量恶化的挑战。目前，英国、瑞典、新加坡和美国等发达国家，已经实施了拥堵收费政策，其目的是缓解严重的交通拥堵状况，减轻拥堵区域的空气污染，改善城市交通环境。这与本研究提出的机动车排放收费策略，目标是一致的。为此，从交通控制的角度出发，借鉴伦敦和新加坡成功实施拥堵收费的经验。

2.1 伦敦拥堵收费政策

拥堵收费政策的实施不仅需要考虑到已有的交通方面的政策，还需要其他相关政策的协助，并且会对当地的交通、经济和社会产生重要的影响。在2003年伦敦通过投票推出了中心区域拥堵收费的政策，其它相关政策积极配合，并对政策实施后的交通、经济和社会的影响做了定量分析，伦敦实施拥堵收费政策的经验教训将对南京带来广泛的启发。

2.1.1 发展简介

伦敦市交通拥堵收费政策的实施可以追溯到20世纪60年代早期，当时英国运输部成立了一个由鲁宾·施密德主持的专家委员会，该委员会的职责是研究和汇报改进道路使用收费的各种方案及技术可行性，他们得出的结论认为，采用的机动车税对限制人们的出行效果不明显。60年末期，该委员会建议直接进行道路收费来限制城市拥堵区域的交通流量，并承认当前没有切实可行的系统来实施这个制度，建议在这方面进行深入的研究和开发。

20世纪80年代，英国政府成立了伦敦规划咨询委员会（LPAC），向英国政府提供伦敦战略规划建议工作，LPAC对多项交通策略进行了研究，这些研究得出的结论认为，公共交通的改善并不足够解决拥堵问题，拥堵管理对解决伦敦的交通拥堵十分重要，需要采取直接措施限制道路交通，实现道路空间更合理的供需平衡。该委员会相应提出了各种可以解决上述问题的可行方法，其中，拥堵收费再次被认为是最合理有效的方法。最终，LPAC在向国务大臣提交的战略建议中，建议将拥堵收费作为伦敦市的一项备选政策。

在各方的推动下，1991年，伦敦市拥堵收费研究项目正式启动。伦敦市拥堵收费可行性研究报告于1995年发布，研究报告认为，伦敦推出拥堵收费不仅能减少拥堵，而且能通过收入在财务和经济两方面，迅速收回最初的成本；研究报告还认为，拥堵收费对伦敦的经济活力不会产生显著影响，甚至可能有改善效果。但研究也提出，部分群体的利益可能会在短时间内受损，需要对较易受到影响的个人和群体提供政策性保护。

2.1.2 伦敦拥堵收费实施研究

1998年，为研究如何在伦敦中央区实施拥堵收费制度，伦敦政府办公室专门成立了一个独立专家工作组。由该小组提供的《伦敦道路收费选择》（ROCOL）报告提出了包括纸质通行证和电子道路收费等一系列的收费技术方案，最终结论认为采用自动车牌识别（ANPR）技术、每天收费5英镑的区域通行证制度，会对伦敦中央区的交通状况产生显著影响，交通量可减少约12%，出行速度、可靠性将明显提高，并产生经济效益，给当地企业带来帮助。

同时，ROCOL报告指出，基于纸质许可证的区域通行证制度，采取在挡风玻璃上展示通行证，由执法人员肉眼检查的方式，将导致较高水平的违规现象，进而导致该制度遭到诟病；而更为复杂的电子道路收费要求对车辆安装相应车载装置，因此ROCOL报告得出结论，电子收费制度不太可能在四年内在伦敦中央区开始执行。ROCOL报告的研究形成了伦敦中央区拥堵收费制度的基础设计。

2.1.3 伦敦拥堵收费制度的主要要素

伦敦拥堵收费政策的实施，主要涉及以下几个要素：

（1）收费区域。覆盖伦敦中心区域的核心地区（21平方公里），该区域以内环路为界限，所圈的城市范围即为拥堵收费区域，收费区域具体如下图2.1所示。

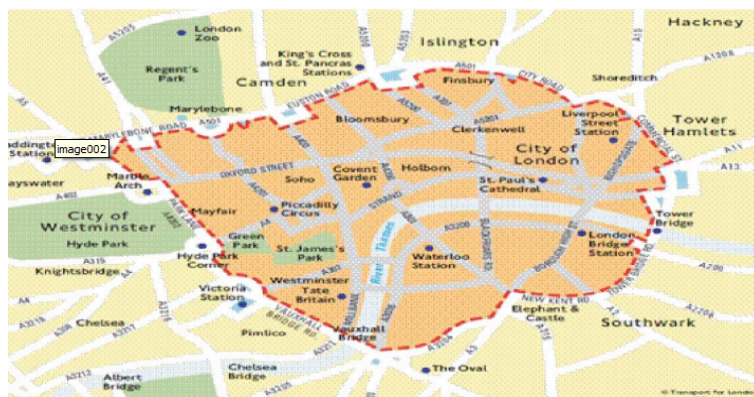


图2.1伦敦中央区拥堵收费区域

(2) 收费金额及收费时间。收费标准最初设定为每天每辆车 5 英镑，之后逐渐提高到 10 英镑，目前正在协商将收费提高到 11.50 英镑。收费可按周、按月或按年缴纳。收费时间为周一至周五上午 7:00 至下午 6:30。公共假日和银行休假日不收费。

(3) 收费对象。拥堵收费适用于所有机动车，豁免车辆和享受 100%折扣的车辆除外。

(4) 收费制度的运行。驾驶人员提前或在出行当天进行拥堵费用支付，并将其机动车牌照号码提交到数据库中。2011年自动支付系统的推出大大提高了运营效率，因为它可以大幅降低后台成本（如罚金通知处理等）。自动支付需要驾驶人员向伦敦运输局提供信用卡或借记卡的详细信息，之后便可以每月自动支付未支付的收费，另外自动支付也适用于部分车队运营商。目前，共计超过70%的用户通过自动支付或车队支付缴费。

(5) 收费制度的执行。进入收费区域的机动车牌照将受到固定摄像网络的“监查”（最初也使用移动照相机），停靠的机动车也会受到巡逻队的“监查”。任何机动车的登记所有人，若被确认其名下车辆位于收费区域内但未支付对应的拥堵费，则需要被处罚120英镑罚金，若在14日内支付，可减免到60英镑，若未支付罚金，且没有提出申诉或上诉，28日后车辆登记所有人将必须支付罚金180英镑。最初针对屡次逃费者，例如机动车涉及三笔或三笔以上罚款，还推出了锁车和拖车制度，锁车和拖车制度适用于大伦敦境内，而不仅仅是城市中心区。对于屡次逃费者和未登记任何缴费记录的外国车辆的欠款，将由法庭负责收取。此外，收费制度有上诉和独立审判系统，以解决拥堵费和罚款争议。

2.1.4 伦敦拥堵收费配套措施

拥堵收费的实施，除了上述提到的主要要素外，还需要增加其他各种措施作为补充，这些措施的目的是使公共交通和其他替代出行方式变得更方便、更实惠、更快捷和更可靠。拥堵收费的经济收入使得这些措施的开发与扩展成为可能。尤其需要强调的是公交车服务的完善，因为该措施可以迅速实施，并且有助于促进交通方式多样性。下图 2.2 为拥堵收费制度推出之前实施的配套措施以及拥堵收费制度推出之后由于经济收入变成可能的配套措施：

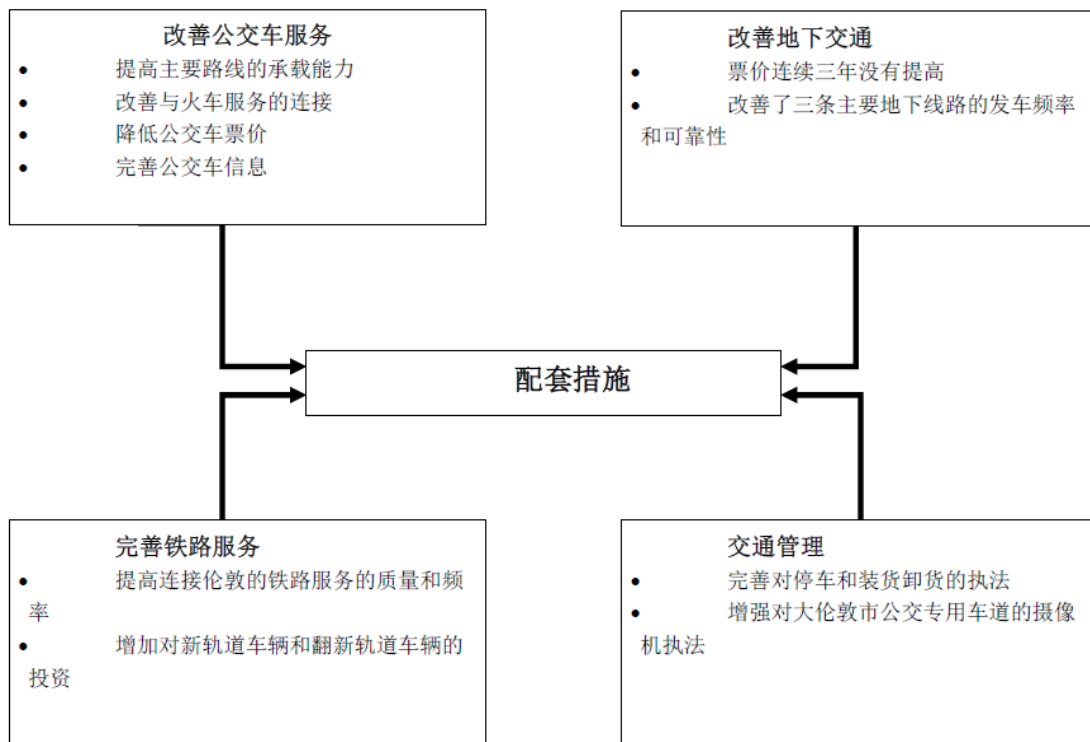


图 2.2 配套措施

配套措施计划对于改善城市交通状况十分重要，其中包含了一系列及时的、具体的又在预算范围之内的项目。推出拥堵收费之后，收费区内和收费区外实际记录的交通量减少水平均处在伦敦运输局预测范围的高位；收费区域之外交通替换量和方式选择在拥堵收费制度推出之后也没有出现任何问题。伦敦市拥堵收费政策配套措施对于伦敦中央区拥堵收费制度的成功做出了重要贡献。如果没有相应的配套措施，推出拥堵收费政策后，部分之前存在的交通相关问题可能会进一步恶化。

2.1.5 伦敦拥堵收费的交通影响

推出拥堵收费制度以来，伦敦市拥堵收费区域的交通量一直在减少，见下图 2.3。

在收费时段进入伦敦中央区的交通流量

(2003年2月 - 2011年3月)

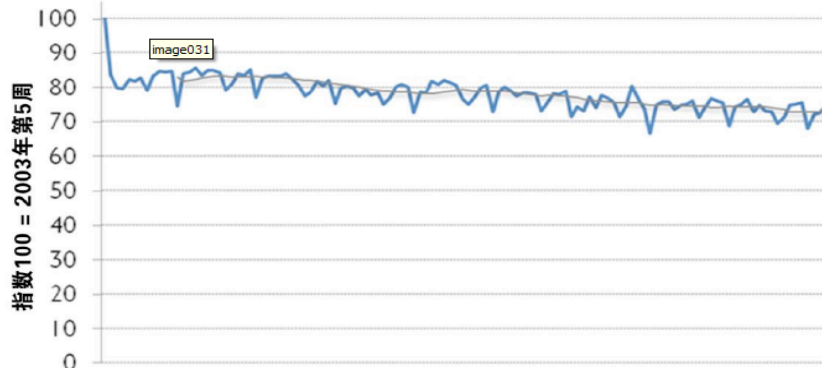


图 2.3 2003 年-2011 年进入拥堵收费区域的日均交通流量

在制度执行过程中，虽然交通量持续减少，但收费区域内的拥堵却在加剧，通过对比机动车在通畅情况下行驶一公里路段所需要的时间，和在拥堵收费执行时段在相同路段行驶所用的时间，可以衡量出拥堵结果。如图2.4所示。

收费区的交通拥堵水平 2002 - 2009



图2.4 2002-2008伦敦中央区拥堵收费区交通拥堵水平指数

拥堵状况增加的原因如下：拥堵收费区内交通信号灯时间调整，取消了机动车的“绿灯”时间，重新分配给行人；为鼓励更可持续的交通模式而执行的项目，如在收费区域内设立公交车道、自行车道等，降低了收费区内的机动车道通行能力；天然气、电力、水力和电信公司进行的大规模公用事业工程，例如泰晤士河维多利亚时代输电干线更新项目，该项目涉及伦敦的每一条街道，将从2008年持续到2015年。

2.1.6 其他方面的影响

在经济方面，伦敦运输局和其他独立机构执行的监控项目指出，拥堵收费政策对经济没有太大影响。监控项目包括拥堵收费制度对各行业的影响，如金融行业、健康和教育机构、酒店与餐厅、零售业和房地产市场等。虽然在制度推出之前社会对该制度的经济影响存在较为普遍的担忧，但制度推出之后没有明确的证据表明，拥堵收费制度对上述各行业业绩有不利影响。

在环境方面，拥堵收费制度使伦敦市中心区域的交通量持续减少，无疑将带来环境效益，但拥堵收费对环境的直接影响很难定量分析，尤其是随着发动机技术的进步，机动车正变得越来越清洁。但只要将伦敦中央区交通量的减少与环境指标挂钩，就可以很肯定且相当保守的得到如下结论，拥堵收费制度直接导致拥堵收费区内氮氧化物、PM₁₀和二氧化碳排放量分别降低了8%、7%和16%。

道路安全方面，推出拥堵收费制度之前，有人担心收费区内由于交通速度提高，将导致更多更严重的道路交通事故，道路安全状况受到明显的影响。监测项目对比了收费区内的区域和收费区外的区域，发现收费区内与交通相关的事故反而明显减少。事实上，总的来说，收费区内的事故数量在持续下降，其下降比例和伦敦大区域相同。

拥堵收费制度的实施一直是一个不断完善的过程。随着政策和时代的演变，将不可避免的需要对其进行修改，既有小的改动，也有大幅改动。在伦敦执行拥堵收费制度的11年间，相关部门就在政治层面和运营层面对制度进行过多次重要的修改。

2.2 新加坡道路收费

新加坡一直致力于提供高效的、经济合算的、具有吸引力的公共交通系统，尤其是轨道交通。而随着新加坡私家车的快速增长，政府把道路交通需求管理纳入了公共交通战略之中。在新加坡的道路交通需求管理之中，公路收费是其中一个重要的组成部分。由此，可以看出新加坡发展道路收费，其实质上是为高效、舒适、经济的公共交通服务的。

2.2.1 概况

新加坡是一个小型的城市国家，国土面积 716 平方公里，总人口逾 530 万人，是全世界人口密度最高的国家之一。新加坡的道路网总长仅 3,425 公里，却要满足 973,000 辆机动车的交通需求，其中私人小汽车总量为 607,000 辆。新加坡是

最早实施道路拥堵收费的国家之一，除了车辆配额制度（VQS，或通常被称为“拥车证”（COE）制度）外，新加坡于 1975 年 6 月，在全世界率先推出道路收费政策。最初，道路收费采用人工收费的形式，使用纸质通行证，并且仅在早高峰时段执行。之后，新加坡对道路收费制度不断进行修改，30 年后，道路收费变成了电子收费制度，并且在全天内执行。

2.2.2 新加坡拥堵收费实施研究

1975 年，新加坡制定了地区通行证制度（ALS），这种人工收费制度，是指机动车在通过道路上设置的控制点之前需要购买纸质通行证。该制度是一种用车限制措施，目的是控制高峰时段中央商务区（CBD）的交通拥堵问题。该人工收费制度，后来被电子道路收费系统（ERP）取代。1989 年 7 月，新加坡政府宣布执行电子道路收费（ERP）系统。电子道路收费系统技术在当时刚刚兴起，新加坡政府经过与潜在供应商多年的讨论和原型测试，在 1995 年签署了安装专用短程通信（DSRC）电子道路收费系统的合同。

ERP 系统专用短程无线电通信系统（DSRC）由三个部分组成。三个部分分别为：带有现金卡的车载单元（IU），位于控制点的 ERP 闸门和控制中心。车载单元（IU）是一种便携式小型设备，由机动车电池供电，永久安装在机动车挡风玻璃的右下角或摩托车和小型摩托车的车把上，其作用是实现费用支付功能。ERP 闸门，是在每一个控制点安装的两个架空门架，其作用是对机动车牌照进行拍照以及与车载单元进行通讯。控制中心内有中央计算机和外围设备，其作用是接收所有 ERP 交易的记录、所有设备故障记录，以及违章机动车的数码图像（包括遇到错误的机动车）。

2.2.3 新加坡拥堵收费机制

新加坡拥堵收费系统（ERP 系统）是基于站点和基于边界的收费系统。ERP 闸门位于 3 个区域内，以减少通过这些区域的交通流量。此外，在高速公路和主干道沿线也设置了闸门，以减少拥堵（见图 2.5）。新加坡高速公路和主干道上共设有 32 个闸门，3 个专区设有 29 个闸门。

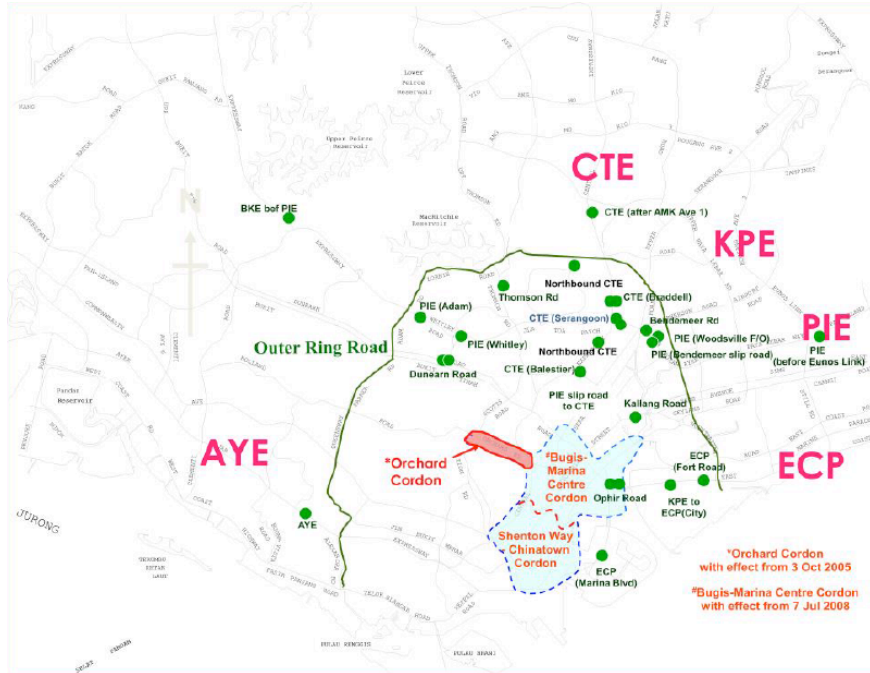


图 2.5 ERP 专区与闸门地图

当车辆进入第一道闸门10米范围内时，天线将询问IU，确定其有效性，根据IU确定机动车类别，并指示IU扣除相应的收费金额。在两道闸门中间，IU根据指令从现金卡中扣除相应的费用，并向第二道闸门的的天线确认已完成该操作。在机动车的IU上，将显示扣除ERP收费后现金卡的金额，显示持续十秒钟。与此同时，光学传感器监测机动车通行。若已完成有效ERP交易，信息将存储到本地控制器。若因某些原因未完成有效交易，执法摄像机将拍摄机动车车尾拍照的数码图像，记录原因，如无现金卡等，并将信息存储到本地控制器。本地控制器将所有ERP交易数据和数码图像发送至控制中心。

有效ERP交易的记录仅存储一天，用于从现金卡运营商处收取ERP收费总额。违章/错误图像保留六个月，以防驾驶员就违约下达的传票提出异议。消防车、救护车和警车虽然不需要上缴ERP收费，但车上也配有IU，否则将被作为违章者拍照留档。但这三种车辆不需要使用现金卡，或即使使用现金卡，也不会从中扣款。ERP系统的目的并非为政府创收，通过对拥堵地区进行收费，ERP系统可以鼓励汽车驾驶人考虑其他出行方式，进而减少高峰时段的机动车使用。汽车驾驶人可以通过其他路线抵达目的地，选择非高峰时段出行，或乘坐公共交通，或选择车辆共乘，以达到缓解交通拥堵的目的。

ERP的收费时间也不尽相同。3个专区的ERP收费时间是工作日的早8:00至晚8:00，其中两个专区在周六下午12:30至晚上8:00之间收费。对于高速公路和主干道，其中两条高速公路ERP的收费时间是从上午7点至上午9:30，以及下午5:30至晚上8:00。1998年开始施行ERP时，在夜间和周六不实行收费。2005年8月，

ERP收费时间延长到晚高峰时段，以减少返程拥堵。在夜间实行ERP收费的原因是，不论在什么时段交通拥堵都对汽车驾驶员和道路使用者造成了负面影响。

2.2.4 新加坡拥堵收费的影响

ERP系统显著减少了新加坡的拥堵现象。自1998年实行ERP收费以来，CBD的交通量显著减少。从1998年至2012年14年间，新加坡汽车数量以每年3%的速度增长，但中央商务区（CBD）的交通量每年仅增长了0.8%。自新加坡实施拥堵收费政策以来，其中央商务区（CBD）的交通量变化，如图2.6所示。

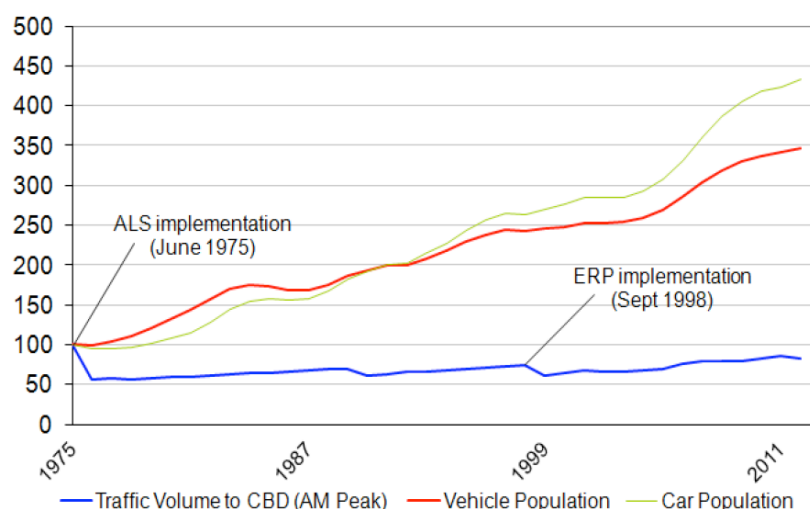


图 2.6 历年来 CBD 交通量变化

除了对交通产生影响外，机动车尾气排放也间接的受到影响。根据相关数据显示，1975年实行ALS制度时，早高峰时段进入市区的汽车数量从74,014辆减少到52,824辆，同样，1998年正式实施ERP收费时，早高峰的交通量从55,268辆减少到51,384辆。1975-76年（ALS）和1998-99年（ERP）的两次交通量减少，实现的二氧化碳减排量分别占全年二氧化碳排放量的0.14%和0.02%（或分别为5.6万吨和9,000吨）。1975年至2008年，ALS累计减排二氧化碳约190.7万吨，而1998年至2008年，ERP累计减排二氧化碳约10.3万吨。

由此可见，ERP系统不仅帮助控制了市区的拥堵，而且避免了车辆低速行驶或陷入严重的交通堵塞，进而为二氧化碳减排做出了贡献。在节省燃料方面，在相同距离内，汽车低速行驶燃烧更多燃料，因此ERP系统相应地对节能也起到了一定的作用。

2.3 本章小结

通过对伦敦和新加坡拥堵收费制度的案例分析可见，为适应社会和居民的需求

求，拥堵收费制度是一个不断完善和调整的制度，且其对交通拥堵的改善效果显著，在节能减排方面也有着积极的作用，另外，拥堵收费制度还可以改善交通安全状况，为居民创造安全的出行环境。因此，南京市作为一个机动车保有量如此巨大、居民出行需求不断增加的城市，可以借鉴伦敦和新加坡拥堵收费制度的实施方案，以改善南京市主城区的交通拥堵状况，同时也为南京市的环保做出相应的贡献。

3. 南京市机动车排放收费出行意向调查

南京市排放收费出行意向的调查，是以问卷调查的形式进行，以获取机动车驾驶员对南京市实施排放收费政策的反应。该调查获取的信息，是为后续在仿真中实现排放收费政策做准备。

3.1 调查问卷设计

根据调查问卷的目标，设计相应的问卷，以获取驾驶员对于南京市实施排放收费策略的反应。

问卷内容基本包括：车辆燃料类型、行驶里程、主要出行目的、以及不同排放收费政策下的出行意向等。问卷设计包括对用车支出费用项目的填写，考虑被调查者的调查感受，将其改为不同选项的勾选，大大节省了调查时间。具体的问卷设计结果如表 3.1 所示。

表 3.1 关于南京市实施排放收费策略的出行意向调查

购车时间年	车辆所有情况	A.政府用车 B.企事业单位用车 C.私家车
一般共乘人数	燃料类型	A.汽油 B.柴油 C.天然气 D.其他
车辆类型	A.私家车 B.客车（大、中、小型） C.货车（大、中、小型）	
平均行程里程（公里/天）	A.0-50km B.50-100km C.100-500km D.500km 以上	
主要出行目的	A.上下班、接送小孩 B.购物 C.休闲娱乐 D.外出办事 E.其他	
用车支出	1.油费（元/月）： A.0-500 元 B.500-1000 元 C.1000-2000 元 D.2000 元以上 2.停车费（元/月）： A.0-200 元 B.200-500 元 C.500 元以上 3.维修保养（元/年）：A.0-1000 元 B.1000-5000 元 C.5000-10000 元 D: 10000 元以上 4.违章罚款（元/年）： A.0-500 元 B.500-1000 元 C.1000-2000 元 D: 2000 元以上 6.过路/桥费（元/年）： A.0-500 元 B.500-1000 元 C.1000-2000 元 D: 2000 元以上	
您对于南京市发展小汽车的态度是：		
A.不予控制，鼓励发展 B.政府限牌，严格控制 C.适度发展，限制使用		
为控制南京市机动车增长，您个人认为政府应该优先选择下列哪三项控制政策：		
第一，第二，第三，		
A.摇号购车 B.牌照拍卖 C.老旧车淘汰 D.尾号限行 E.排放收费 F.排污收费 G.燃油税		
H.提高停车费 I.发展公共交通		

如果实施以下哪项政策，您将最有可能减少自驾车出行： A.提高燃油税 B.提高停车费 C.征收拥堵费
在交通拥堵的时间和区域，如早晚高峰的城东干道等，您认为收取多少过路费有可能让车主放弃自驾车出行 A.5元/次 B.10元/次 C.15元/次 D.20元/次 E.其它（请注明）
用车成本不断升高，但您仍然无法放弃自驾车出行的最主要原因是： A.公共交通不够方便 B.公共交通费用偏高 C.目前的开车费用可以承受
如果放弃自驾车出行，您首选的出行方式是： A.出租车 B.公交、地铁 C.自行车 D.拼车 E.步行

在问卷中，为了最直接的获取驾驶员关于南京市机动车排放收费的出行意向，是通过不同的收费价格来体现的。为此，在问卷中进行了相应问题的设计，“在交通拥堵的时间和区域，如早晚高峰的城东干道等，您认为收取多少过路费有可能让车主自驾车出行：A.5元/次 B.10元/次 C.15元/次 D.20元/次 E.其它（请注明）”。通过5元、10元、15元及20元的收费价格，可以统计不同收费价格下选择进入收费区域的车辆比例。该项统计信息，对于后续的仿真研究具有非常重要的参考意义。

3.2 调查实施

问卷调查的实施，要求被调查者均是机动车驾驶员。由于绝大部分驾驶员对于机动车排放收费的概念并不了解，这就要求调查人员，耐心的向调查对象解释清楚什么是机动车排放收费。考虑到调查对象均要求是驾驶员，从实际情况出发，问卷调查的地点包括：加油站、商场停车场、龙蟠中路洗车店和南京市公安局车管所。

①加油站

通过观察发现，加油站现场车辆数不够多，排队长度不够长，正在排队的车主由于等待比较着急，大都拒绝问卷调查；正在加油的车主注意力在加油表上，因此没有时间接受问卷调查；加完油的车主由于要立即驶离加油车道，以免阻碍等待加油车辆，不方便接受问卷调查。

②商场停车场

商场停车场由于人流量较少，且不属于严格意义上的公共场所，因此，停车场内车主出于心理原因多以赶时间为由，拒绝问卷调查。

③龙蟠中路洗车店

龙蟠中路洗车店分布密度较高，洗车车主等待时间较长，有足够的时间填写问卷，因此比较容易接受问卷调查，调查小组以矿泉水作为调查赠品，调查效率尚可。

④南京市公安局车管所

位于仙林、江宁、浦口的南京市公安局车管所人流量较大，车主由于等号办理业务有充裕的时间填写问卷，问卷调查效率较高。

进行针对性的调查之后，调查小组将南京市公安局车管所和龙蟠中路洗车店作为主要调查地点。

为了有效率的进行问卷调查，课题组分成四个小组，以轮岗的形式进行问卷调查。在南京市公安局车管所发放问卷，调查时间一般为周二至周五，早晨 8:00 至下午 16:00。在洗车店进行问卷发放，调查时间一般为每天下午或傍晚，18:00 至 20:00。实际问卷调查过程中，每天大约可以采集 120~240 份问卷数据。同时，也从南京市机动车排气污染监督管理中心获取大型车辆的问卷调查信息。

3.3 调查问卷结果分析

问卷调查回收有效问卷为 2053 份（说明：车辆类型、燃料类型、车辆购买年限、车载人数选项为单选，样本量总计为 2053，出行目的选项为多选，样本量总计为 2352），主要以小型私家车为主，燃料类型主要为汽油。调查车辆的具体组成情况见附录 1，车主对南京市机动车增长及自驾出行主观意向见附录 2。调查车辆基本情况汇总表如下表 3.2 所示，不同价格下车主选择缴费进入收费区域比例如下表 3.3 所示。

表 3.2 调查车辆基本情况汇总表

项目	详细说明	样本量	占总样本比例 (%)
车辆类型	政府用车	69	3.4
	企事业用车	123	6
	私家车	1861	90.6
燃料类型	汽油	1954	95.2
	柴油	85	4.1
	天然气	13	0.6
	其他	1	0.1
车辆购买年限	0-2 年	636	30.9
	3-4 年	627	30.6
	4 年以上	790	38.5
车载人数	0-2 人	1078	52.5
	3-4 人	809	39.4
	4 人以上	166	8.1
出行目的	上下班/接送小孩	1445	61.4
	购物	158	6.7
	休闲娱乐	263	11.2
	外出办事	420	17.9
	其他	66	2.8

表 3.3 车辆转向比例数据

车型	选择进入收 费区比率 (5 元)	选择进入收 费区比率 (10 元)	选择进入收 费区比率 (15 元)	选择进入收 费区比率 (20 元)	样本 量	占调查 车辆比 重
大型车（柴油）	77.4%	64.5%	29.0%	9.7%	31	1.57%
中型车（柴油）	78.3%	69.6%	52.2%	13.0%	23	1.16%
小型车（柴油）	93.3%	53.3%	46.7%	0	15	0.76%
大型车（汽油）	暂无	暂无	暂无	暂无	暂无	暂无
中型车（汽油）	100%	90.5%	76.2%	14.3%	21	1.06%
小型车（汽油）	83.3%	53.6%	28.2%	4.3%	1883	95.3%

注：大型车（汽油）暂无调查样本，因此不考虑计算其转向数据。

各类型车辆在不同收费价格下选择进入收费区域的转向比例数据如表 3.3 所示。以下根据表 3.3 的数据绘制各类车型在不同收费金额下转向比例折线图，如下图 3.1~3.5 所示。

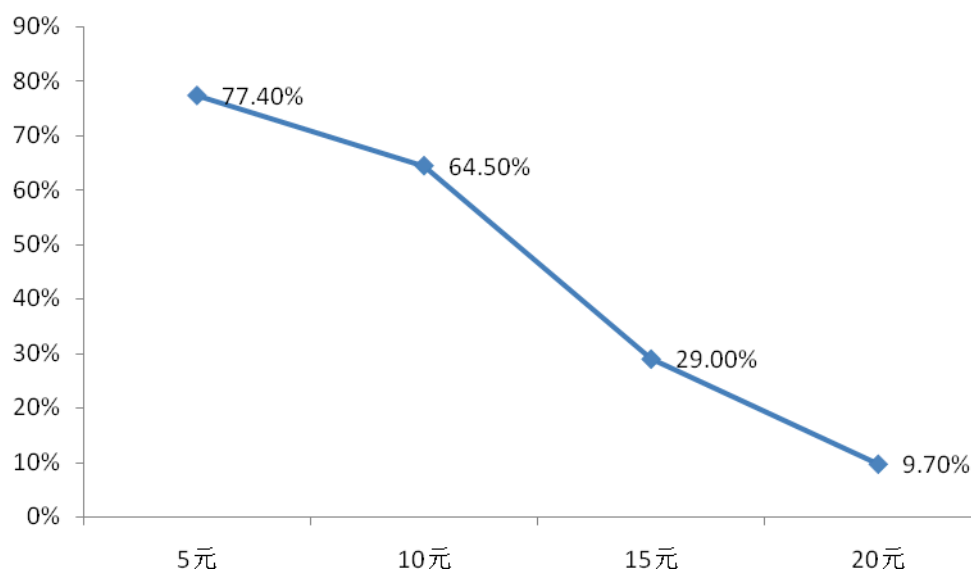


图 3.1 大型车（柴油）在不同收费价格下的转向比例

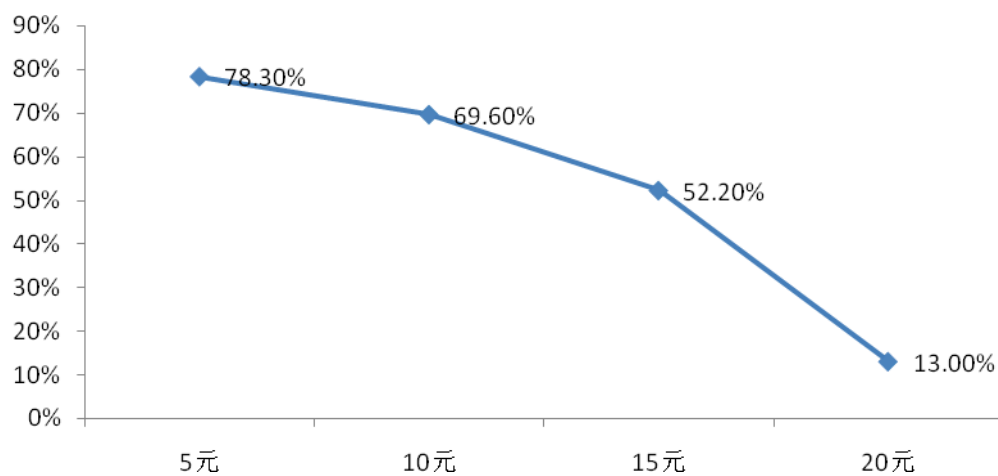


图 3.2 中型车（柴油）在不同收费价格下的转向比例

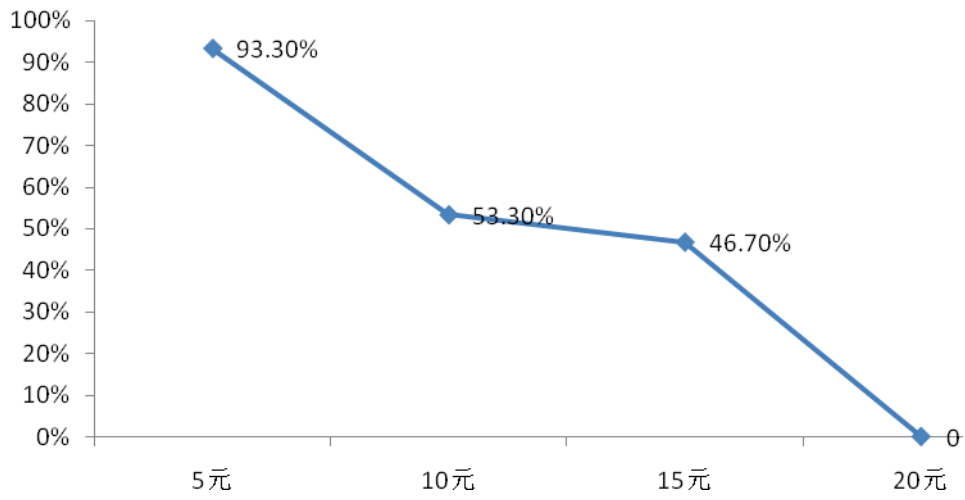


图 3.3 小型车（柴油）在不同收费价格下的转向比例

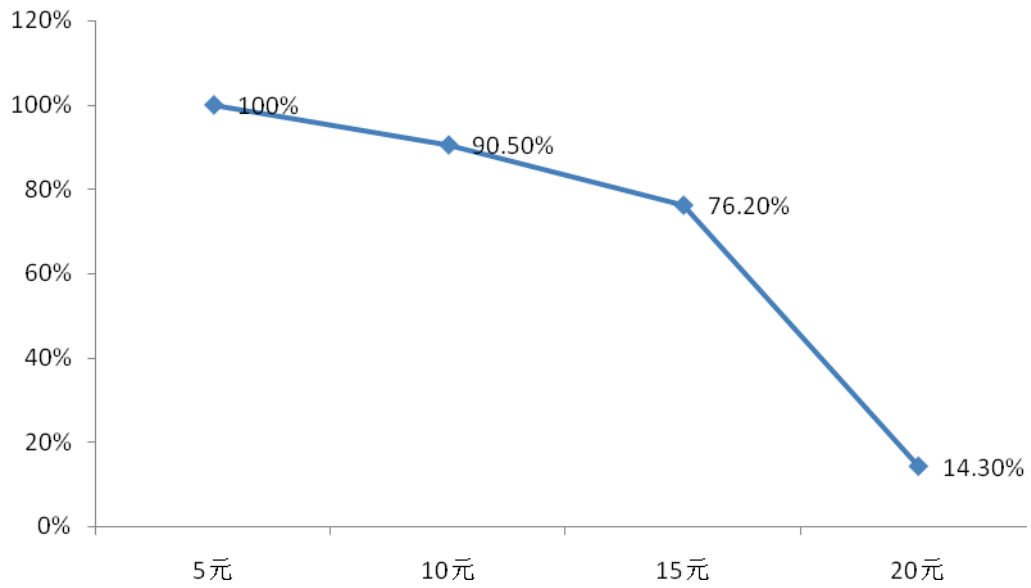


图 3.4 中型车（汽油）在不同收费价格下的转向比例

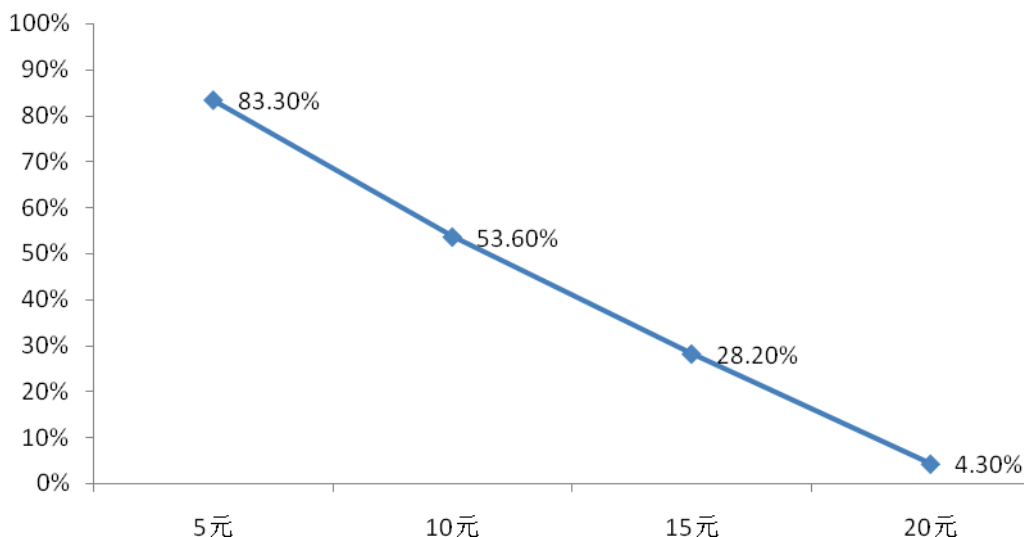


图 3.5 小型车（汽油）在不同收费价格下的转向比例

由于调查样本中小型汽油车占总样本量的 95.3%，小型汽油车的出行意向调查数据有较强的代表性，能够表征南京市机动车出行者对排放收费政策的直接感受，数据显示，小型汽油车在面对排放收费区域的转向比例随着收费价格的增长而下降，收费价格为 5 元时，小型汽油车的转向比例下降了 16.7%，收费价格为 10 元时，小型汽油车的转向比例下降了 29.7%，收费价格为 15 元时，小型汽油车的转向比例下降了 25.4%，收费价格为 20 元时，小型汽油车的转向比例下降了 23.9%，由上述数据可以看出，当收费价格为 10 元时，小型汽油车转向比例下降最多，可以判断 10 元是收费的一个敏感价格，所以将 10 元作为机动车车主对排放收费价格的敏感点是合理的。（说明：由于其它类车型样本量比较少，能够显示收费价格对转向比例的影响趋势，但无法清晰的确定敏感收费价格）

3.4 本章小结

本章主要对出行意向进行了实地问卷调查。出行意向调查主要获取了南京市机动车驾驶员对于不同排放收费价格的选择，以转向比例的形式体现，即是否选择进入收费区域。调查获取的机动车转向比例数据为后期排放收费仿真过程提供重要依据。问卷调查的内容主要是针对机动车主的用车支出费用、家庭经济状况以及不同收费价格控制下的感受等，问卷的设计接近真实地反映了机动车使用者对排放收费的主观感受。调查地点多选在机动车车主会停留 10 分钟以上的地方（车管所、洗车店），保证了调查的质量。问卷调查结果显示，10 元是收费的一个敏感价格，将 10 元作为机动车车主对排放收费价格的敏感点是合理的。

4. 区域选择及收费策略设计

本章基于南京市的交通状态特点，确定机动车排放收费交通影响的研究区域，并拟定了 2 个不同的排放收费范围。在此基础之上，对机动车排放收费策略的设计原则进行阐述，并且根据具体的收费范围提出相应的收费方案。

4.1 研究背景区域

机动车排放收费策略的实施，必须结合南京市的交通实际。基于南京市交通状态的实际状况，选择交通拥堵的区域作为机动车排放收费的研究背景区域。

4.1.1 南京市交通状况

为了反应南京市的交通实际，利用《基于交通状态分析的城市拥堵收费区域判别》研究成果，通过月交通状态，以及高峰时段的交通运行状况，来反应南京市的交通状态特点。根据该报告提出的以区域平均行程车速为拥堵评价指标的南京市交通状态评价参考标准（如表 4.1），把区域平均行程速度低于 20 千米/小时的交通状态，定义为拥堵；把区域平均行程速度在 20~35 千米/小时的交通状态，定义为缓行；而把区域平均行程速度大于 35 千米/小时的交通状态，定义为畅通。

表 4.1 区域平均行程速度评价标准参考表(单位:千米/小时)

平均行程速度	平均速度评价等级	道路交通运行状态
[0,20]	拥堵	车流平均速度低，道路交通运行状况很差
(20,35]	缓行	车流平均速度一般，道路交通运行状况一般
(35,+∞)	畅通	车流平均速度高，道路交通运行状况好

这个参考标准的建立，是根据南京市具体的交通状态特点来制定的，由此可以得到南京市月交通状态及南京市高峰时段交通状态，它们分别如下图 4.1 和图 4.2 所示。其中，在高峰时段交通状态中，给出了早高峰和晚高峰的交通状态。

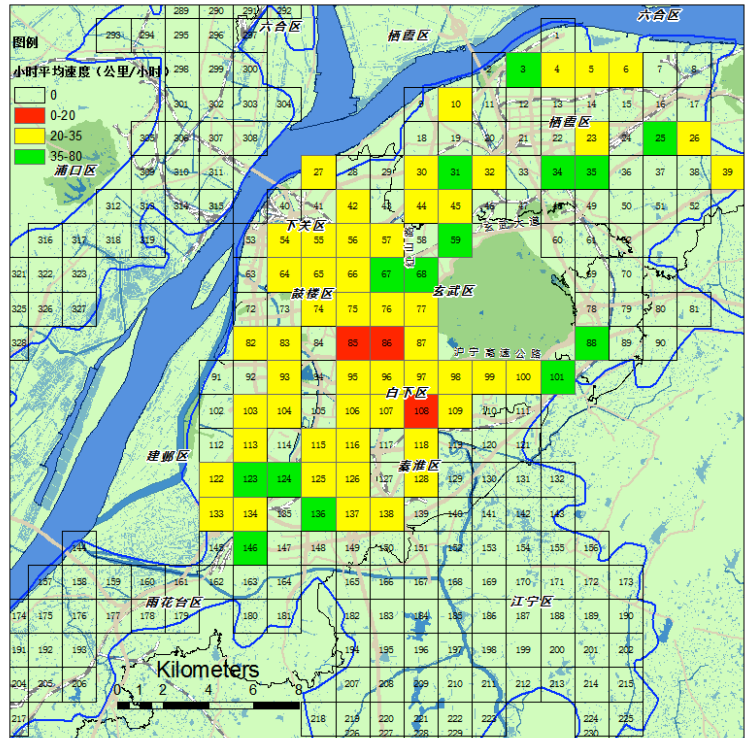
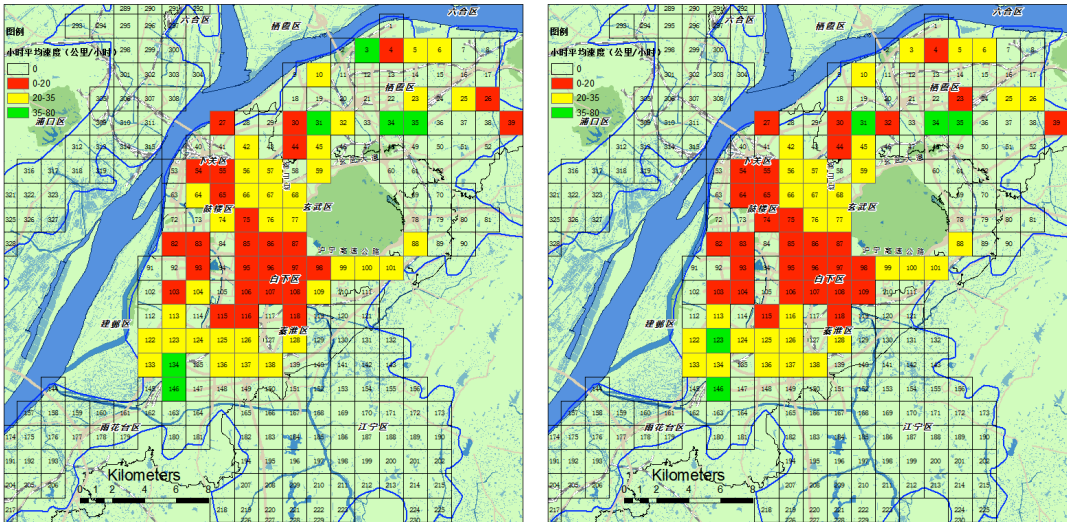


图 4.1 南京市月交通状态图

南京市月交通状态显示，通畅和缓行区域所占比重基本持平，拥堵区域主要集中在鼓楼区和白下区，这两块区域属于市中心区域。次中心地带，如玄武区、秦淮区、栖霞区，大部分区域处于缓行状态，边缘地带大部分地区处于通畅状态。



(a) 08:00-09:00

(b) 17:00-18:00

图 4.2 南京市高峰时段交通状态

南京市高峰时段交通状态显示，早高峰时段（08:00-09:00），下关区、鼓楼区和白下区绝大部分区域处于拥堵状态，边缘地带绝大部分区域处于缓行状态。晚高峰时段（17:00-18:00），下关区、鼓楼区、白下区和秦淮区绝大部分区域处

于拥堵状态，玄武区部分区域处于拥堵状态，边缘地带绝大部分区域处于缓行状态，个别地区处于拥堵状态。在此基础之上，可见环新街口地区为南京市的拥堵多发区域。

4.1.2 研究区域

机动车排放收费的目的，是为了改善城市中心区域空气质量，缓解交通压力。城市中心区域的新街口附近和城西北区域，是南京市常发性交通拥堵区域。由南京市的月交通状况及南京市高峰时段交通状态的研究显示，位于城市中心区域的新街口一带，交通状态呈现拥堵状态，因此选择新街口及其附近路段作为研究区域。

作为商贸中心的新街口，位于主城区中心区域，其拥有很高的商务商贸密集程度、巨大的经济贸易额和客流量，同时新街口也是南京市中心的交通枢纽，两条地铁线、多处公交线均在此处交叉，交通流量十分巨大。新街口及其周边道路的交通状况，会对南京市整体的交通运行产生直接的影响。新街口一带，作为机动车排放收费交通影响的研究区域，其面积约为 5.06km²，如图 4.3 所示。

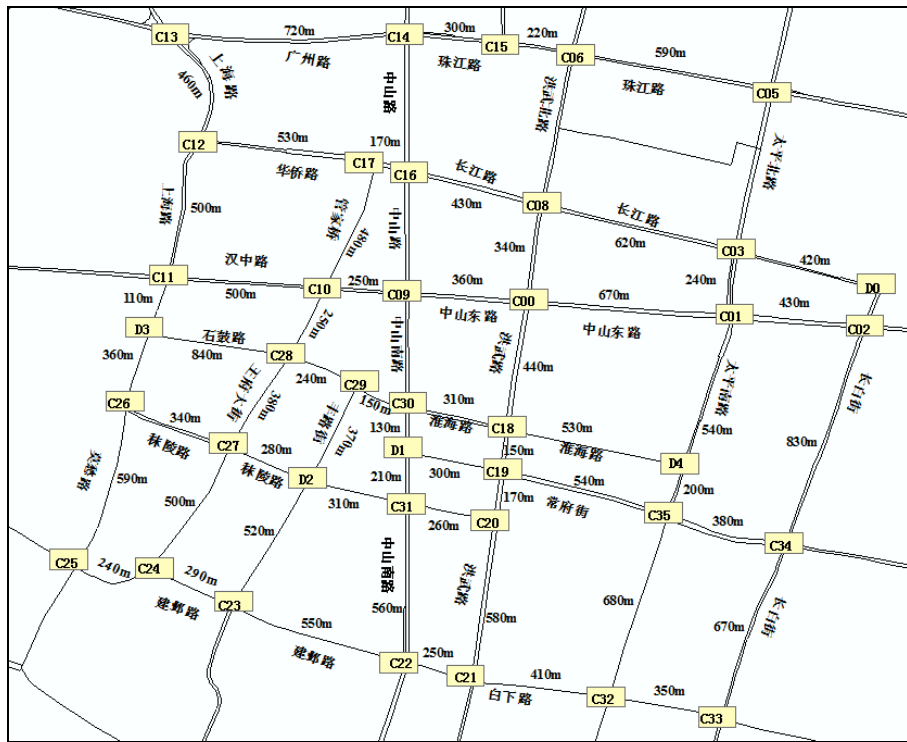


图 4.3 研究区域

根据我国关于城市用地分类，研究区域主要包括居住区、商业区及公共设施。其中，居民区周边的出行主要表现为必要出行，其交通量主要集中在早晚高峰时间，容易形成交通拥堵。而商业区的出行量则比较分散，但会在周末形成一个高峰，对道路交通造成压力。医院，公园等公共设施的出行分布则较为自由，

无周期性分布。

4.2 拟收费区域选择

在研究区域中，划定机动车排放收费区域，是为了明确具体的收费路段，并且确定收费区域的边界交叉口。把那些位于收费区域边界上的，并且对车辆进入收费区域有限行作用的交叉口，定义为收费卡口。收费卡口包括两个方面的功能：

(1) 对愿意进入收费区域的车辆，进行收费放行，使其进入收费区域。

(2) 为不愿意进入收费区域的车辆，提供其他的路径选择，使其避开收费区域。

现拟定两个不同的排放收费实施区域，即两套不同的机动车排放收费方案。

4.2.1 拟收费区域一

拟收费区域一的范围较小，以新街口为中心，北至长江路、南至淮海路、西至管家桥、东至太平南路，面积约为 0.85km^2 ，周长约为 3.96km ，该收费方案主要是针对商业区域。如图 4.4 所示，其中阴影部分覆盖的区域，为收费区域。

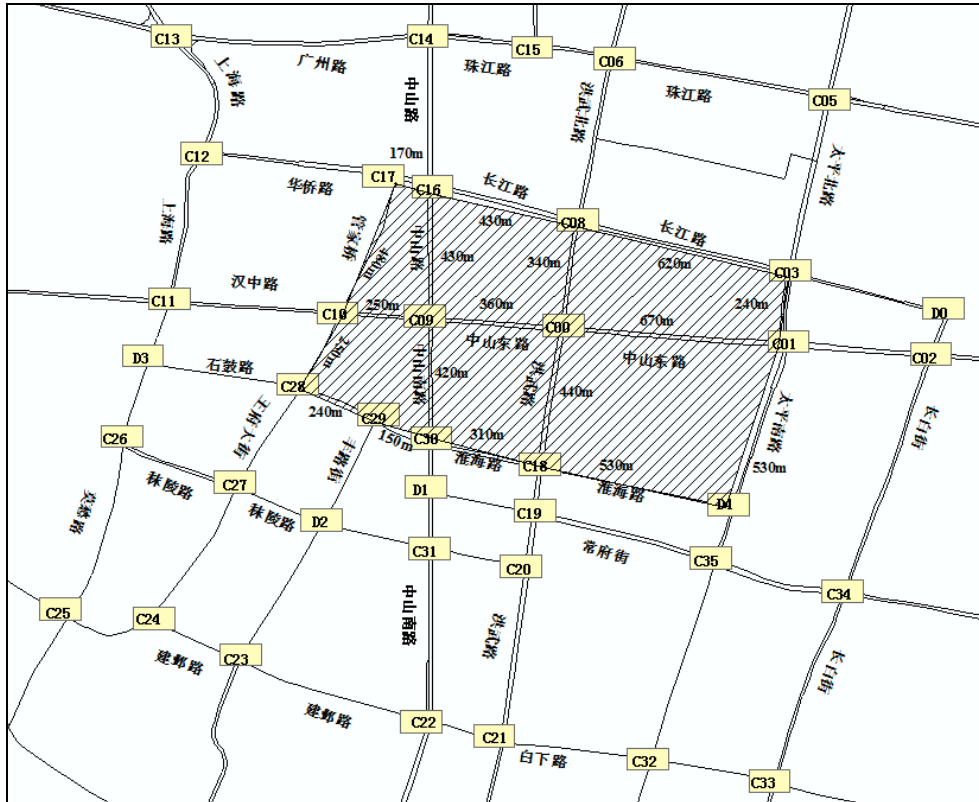


图 4.4 拟收费区域一示意图

收费区域边界的收费卡口，由图中圆形交叉口表示，包括 6 个收费卡口，C01、C08、C10、C16、C18 及 C30。车辆只有通过这六个交叉口，才能进入收费区域。该收费区域边界的收费卡口均位于主干道上，这便于机动车排放收费的实施。有利于不愿意进入收费区域的车辆，选择其他路径以避开收费区域。同时，由于收费范围较小，覆盖的道路范围有限，收费对于机动车尾气污染的排放控制效果有限。

4.2.2 拟收费区域二

拟收费区域二的范围相对较大，以新街口为中心，北至珠江路、南至户部街、西至上海路，东至太平南路，面积约为 1.70km²，周长约为 4.87km，该收费范围主要包括商业区和居民区。如图 4.5 所示，其中阴影部分覆盖的区域为排放收费区域。

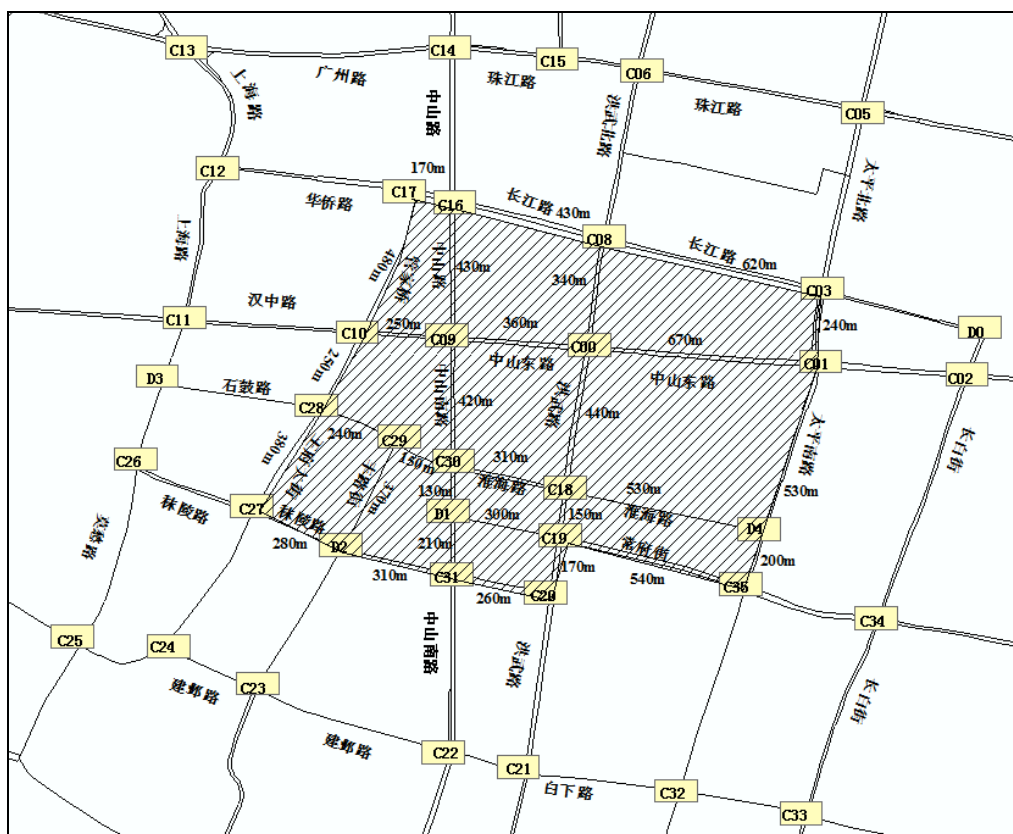


图 4.5 拟收费区域二示意图

该收费区域边界的收费卡口，同样由图中圆形交叉口表示，共 9 个收费卡口，包括：C01、C08、C10、C16、C19、C28、C31、D2 及 D4。其中有 6 个收费卡口位于主干道，三个位于次干道。该收费范围还受到单行线的影响，减少了车辆路径选择的可能性。不利于不愿意进入收费区域的车辆，进行路径选择。相比较拟收费区域一而言，虽然该收费区域较大，能够更好的控制机动车排放产生的影

响，但从交通控制的角度而言，拟收费区域二更容易产生因实施收费策略而引起的交通拥堵。

4.3 收费策略设计

为了对拟定的区域实施机动车排放收费，本节首先提出机动车排放收费策略设计的总原则，并根据不同的拟收费区域，给出相对应的收费方案。

4.3.1 收费策略设计原则

在实施机动车排放收费方案时，需要为即将通过收费卡口的车辆，提供进入和避开收费区域的交通设置。使得接受收费方案的车辆能够进入收费区域，而不接受收费方案的车辆，能顺利避开收费区域。为此，需要对收费卡口进行新的渠化及信号配时设计，以满足收费方案实施的要求，并在最大程度上保留当前的交通系统设置。总体设计原则如下：

- (1) 信号配时周期总长度不变，
- (2) 交叉口渠化方式尽可能不变。

对收费卡口进行设计，其目的是为不接受收费方案的车辆，提供避开收费区域的路径选择。一般而言，经过一个收费卡口进入收费区域，包括三种方式，直行进入，左转进入和右转进入收费区域。为了给不进入收费区域的车辆提供其他的路径选择，使其避开收费区域，根据这三种进入收费区域的方式，对收费卡口进行设计，同时满足进入收费区域及避开收费区域的车辆的行驶需求。

(1) 直行、不进入收费区域

对直行、不进入收费区域的车辆而言，主要采取右转的形式分流，并且辅以左转分流，从而避开收费区域，缓解收费区域的交通压力及排放污染。针对直行、不进入收费区域的车辆，其收费卡口的设计原则如图 4.6 所示。

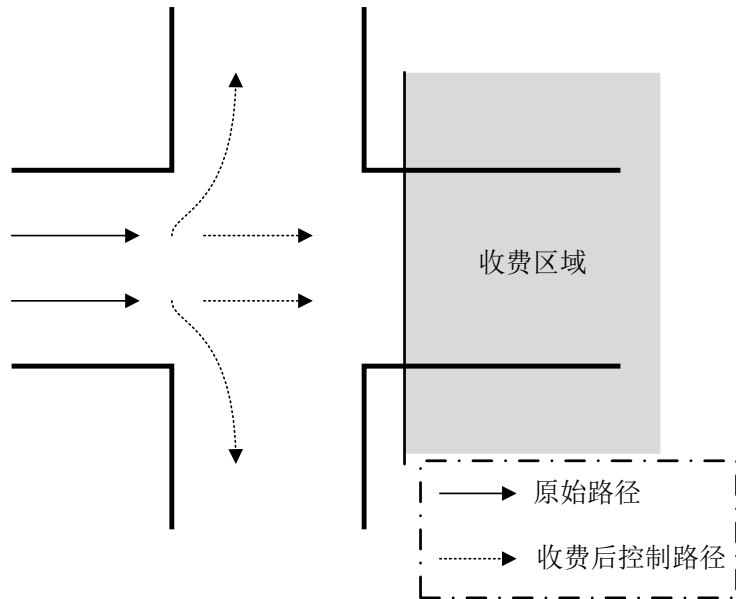


图 4.6 收费卡口设计（直行、不进入收费区域）

此时，除了遵循收费卡口总体的设计原则之外，还需要注意以下 4 个方面：

- 若无左转车道，则所有车道都允许右转，即渠化方式改为直行加右转。
- 若进口为两车道，则全部增加右转，即渠化方式改为直行加右转。
- 若已有左转车道且入口大于等于 3 车道，则根据主要以右转分流的原则，调整右转、左转分流的渠化配置。
- 直行加右转相位绿灯时长应稍微放长。

（2）右转、不进入收费区域

针对右转、不进入收费区域的车辆，采取直行分流的形式，以避免收费区域，达到减排的目的。针对右转、不进入收费区域的车辆，其收费卡口的设计原则如图 4.7 所示。

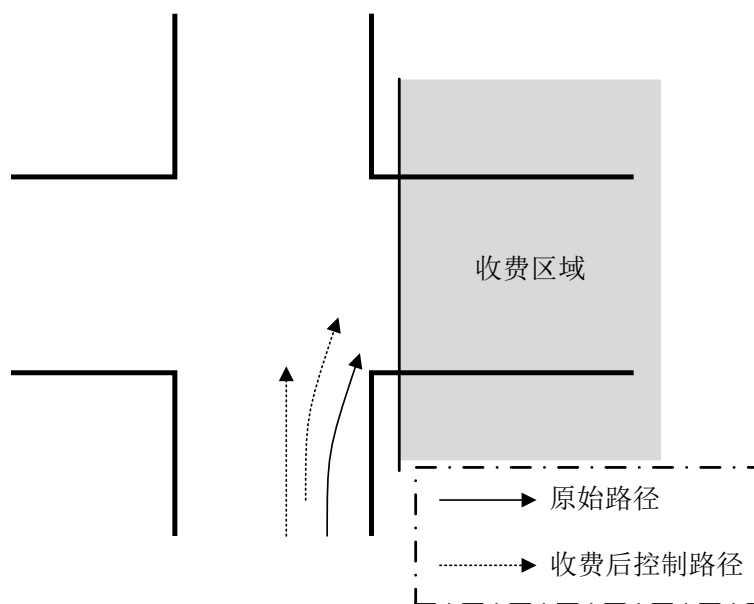


图 4.7 收费卡口设计（右转、不进入收费区域）

此时，除了遵循总体的设计原则，还要注意以下 2 个方面：

- 将仅允许右转的车道改为直行加右转。
- 其他渠化方式保持不变。

（3）左转、不进入收费区域

针对左转、不进入收费区域的车辆，采取直行分流的形式，以避免收费区域，达到减排的目的。针对左转、不进入收费区域的车辆，其收费卡口的设计原则如图 4.8 所示。

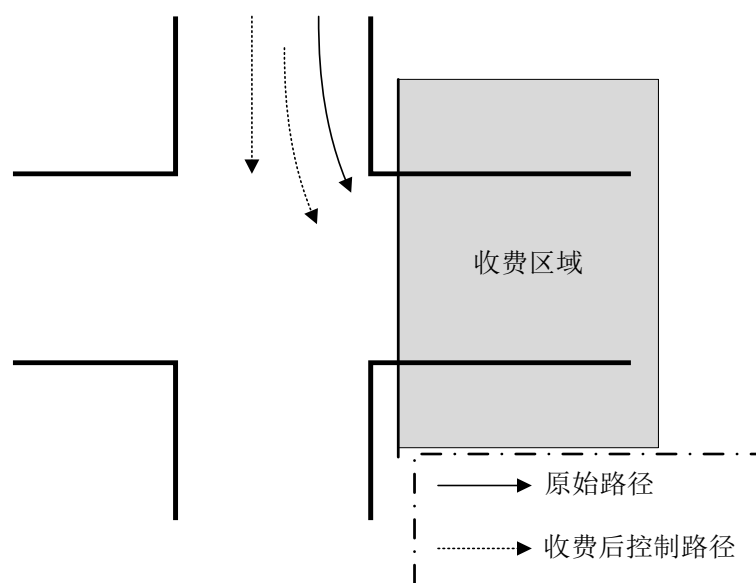


图 4.8 收费卡口设计（左转、不进入收费区域）

此时，除了遵循总体的设计原则，还要注意以下 2 个方面：

- （1）内侧车道改为直行加左转。
- （2）其他渠化方式保持不变。

4.3.2 拟收费区域一的收费方案

拟收费区域一，包括 6 个收费卡口，包括 C01、C08、C10、C16、C18 和 C30，收费卡口的位置可参考图 4.4。这 6 个交叉口原始的渠化方式及信号配时信息，通过人工实地调研获取。在此基础上，根据收费卡口的设计原则进行渠化方式及信号配时的调整。设计完成的收费卡口，其渠化及配时信息，如下图 4.9(a~f)所示。其中，左侧为收费卡口的渠化方式示意图，并且虚线一侧的区域为收费区域。而右侧为信号配时示意图。

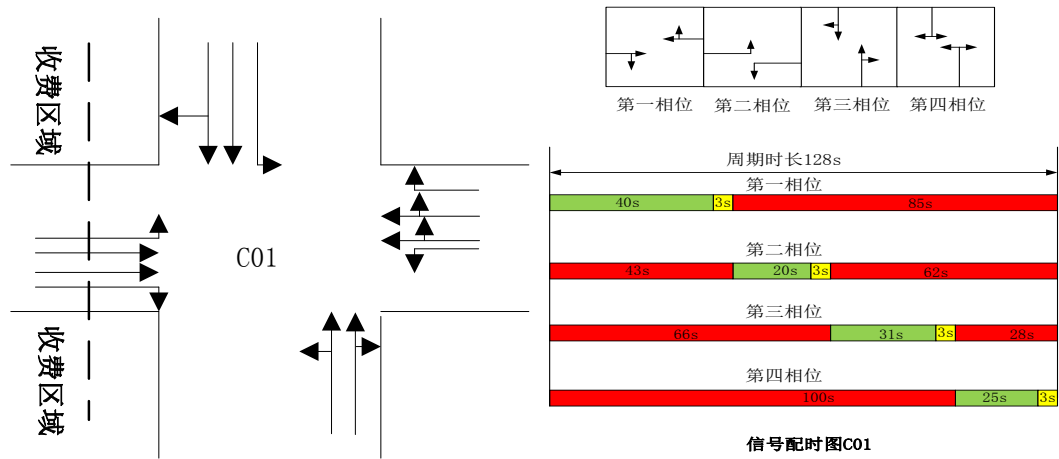


图 4.9 (a) 方案一卡口 C01 信号配时及渠化信息

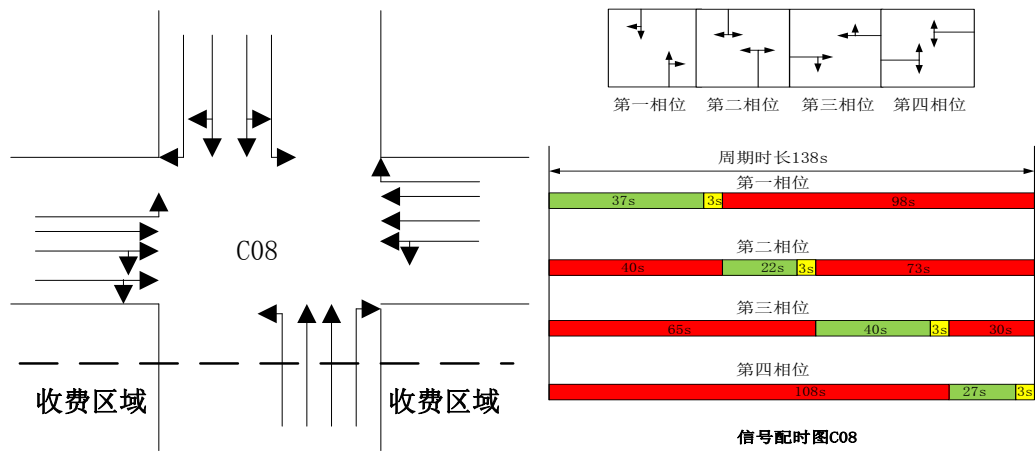


图 4.9 (b) 方案一卡口 C08 信号配时及渠化信息

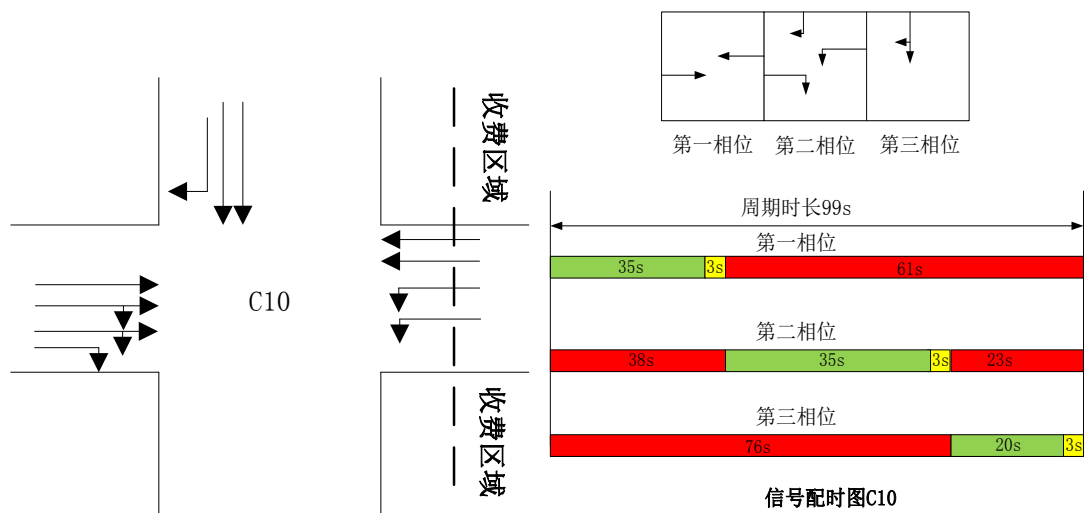


图 4.9 (c) 方案一卡口 C10 信号配时及渠化信息

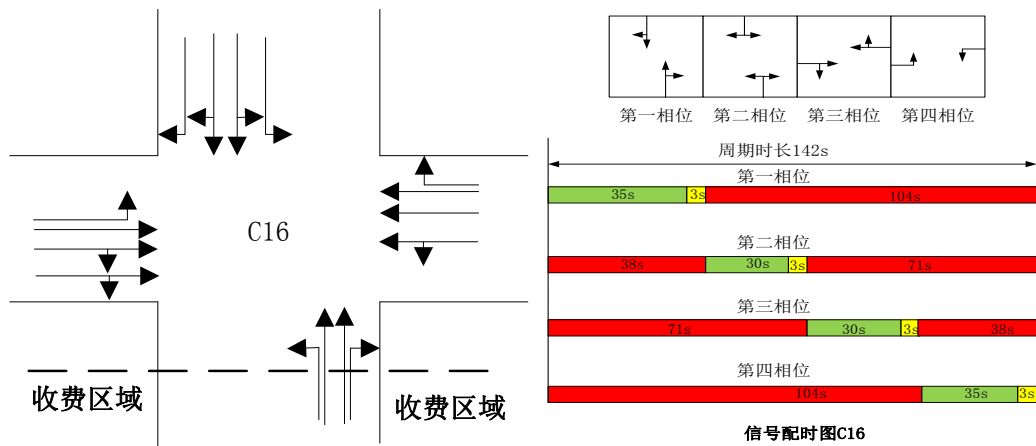


图 4.9 (d) 方案一卡口 C16 信号配时及渠化信息

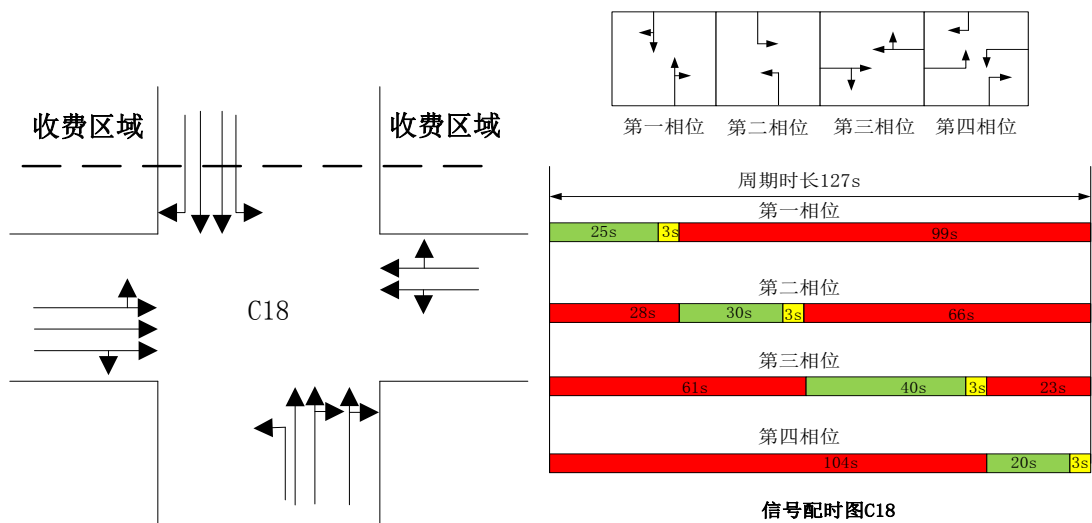


图 4.9 (e) 方案一卡口 C18 信号配时及渠化信息

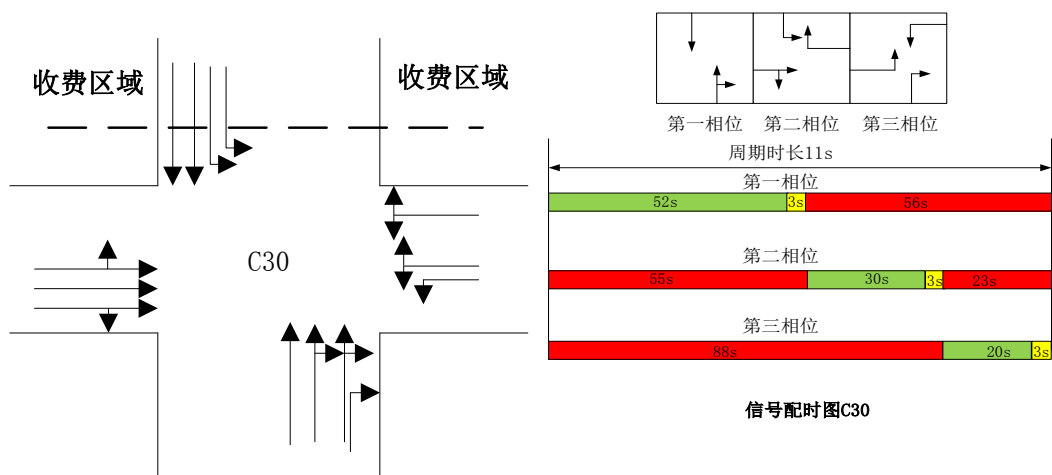


图 4.9 (f) 方案一卡口 C30 信号配时及渠化信息

收费卡口经过重新渠化之后，为不接受收费方案的车辆增加了转向的选择，针对收费卡口的渠化情况，现对收费卡口新增加的分流形式进行汇总，如下表

4.1 所示。

表 4.1 拟收费区域一卡口新增分流形式

卡口位置	直行控制		右转控制		左转控制	
	左转分流	右转分流	直行分流	左转分流	直行分流	右转分流
C10		√				
C16	√	√	√		√	
C08	√	√	√		√	
C01		√	√		√	
C18		√	√		√	
C30		√		√	√	

4.3.2 拟收费区域二的收费方案

拟收费区域二，包括 9 个收费卡口，包括 C01、C08、C10、C16、C19、C28、C31、D2 和 D4，收费卡口的位置可参考图 4.5。这 9 个交叉口原始的渠化方式及信号配时信息，也是通过人工实地调研获取的。在此基础上，根据收费卡口的设计原则进行渠化方式及信号配时的调整。

相比较拟收费区域一中的收费卡口，拟收费区域二拥有更多的收费卡口，并且有 4 个收费卡口是相同的，包括 C01、C08、C10 和 C16，它们在两套方案的收费卡口设计中均是相同的。为了叙述的完整性，在给出拟收费区域二的收费卡口的渠化方式及信号配时信息时，依然列出全部收费卡口的信息，如下图 4.10(a~i) 所示。其中，左侧为收费卡口的渠化方式示意图，并且虚线一侧的区域为收费区域。而右侧为信号配时示意图。

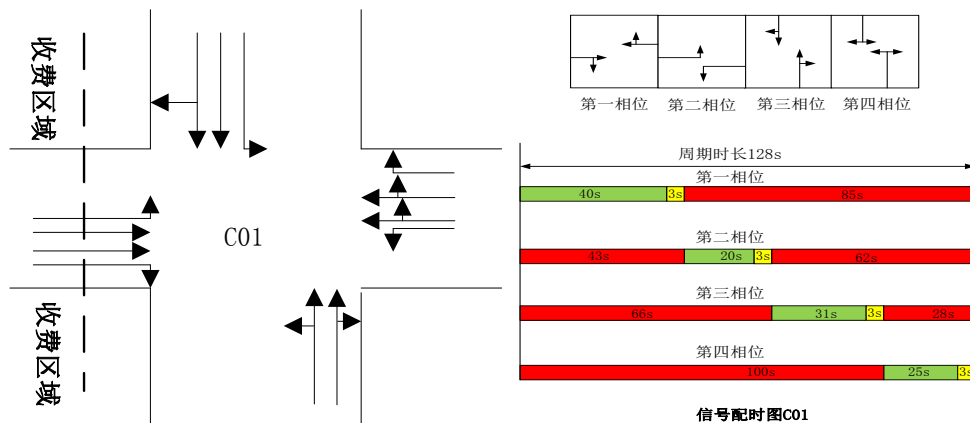


图 4.10 (a) 方案二卡口 C01 信号配时及渠化信息

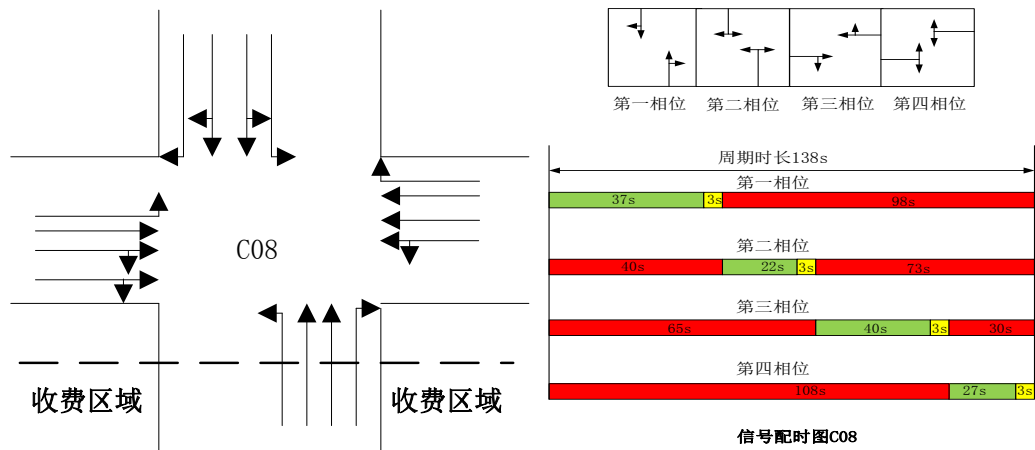


图 4.10 (b) 方案二路口 C08 信号配时及渠化信息

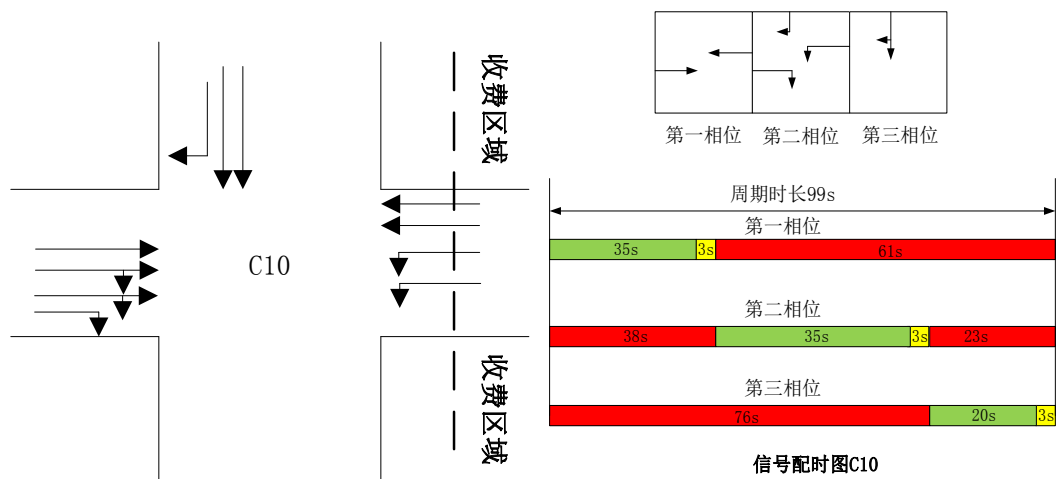


图 4.10 (c) 方案二路口 C10 信号配时及渠化信息

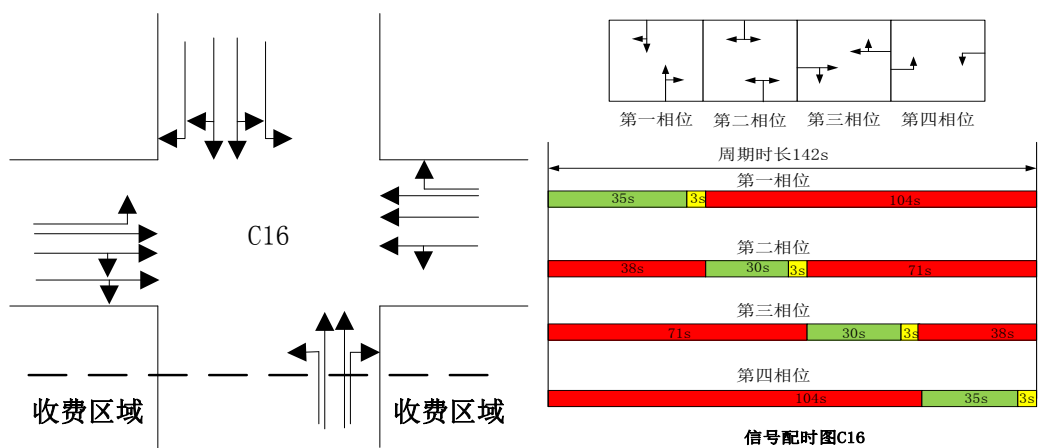


图 4.10 (d) 方案二路口 C16 信号配时及渠化信息

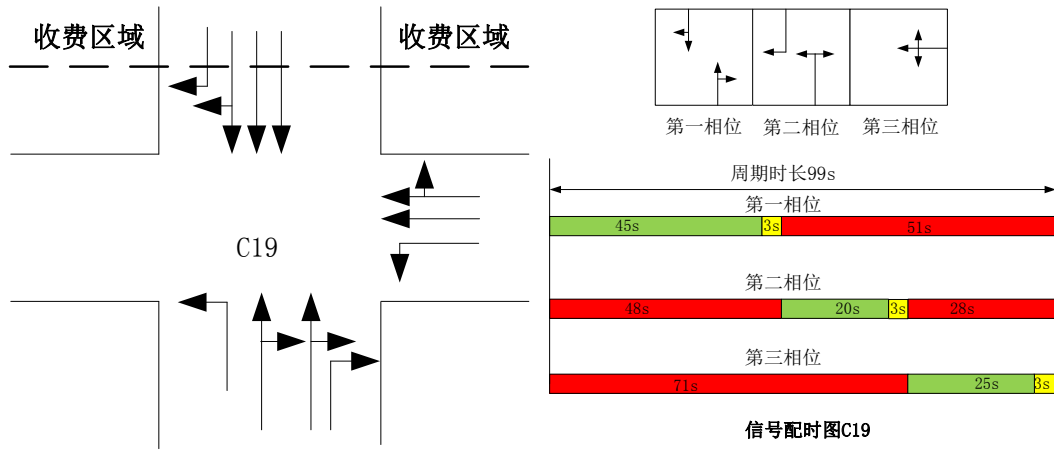


图 4.10 (e) 方案二路口 C19 信号配时及渠化信息

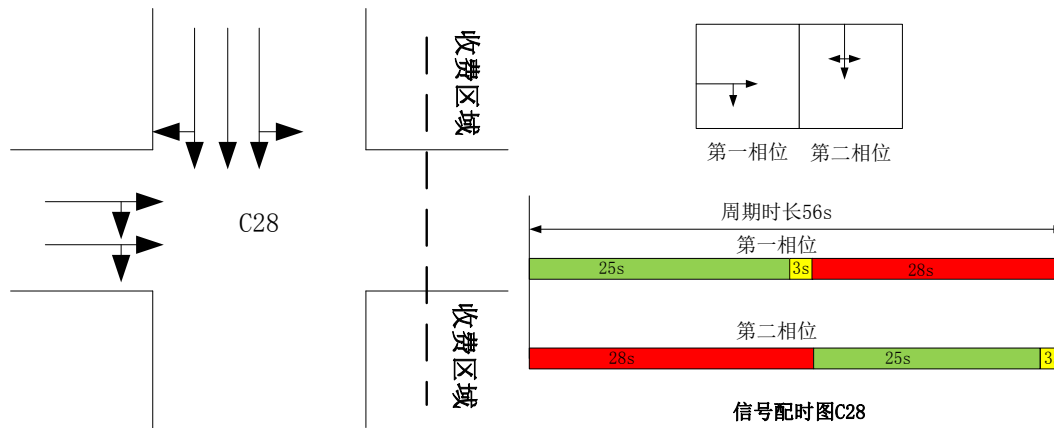


图 4.10 (f) 方案二路口 C28 信号配时及渠化信息

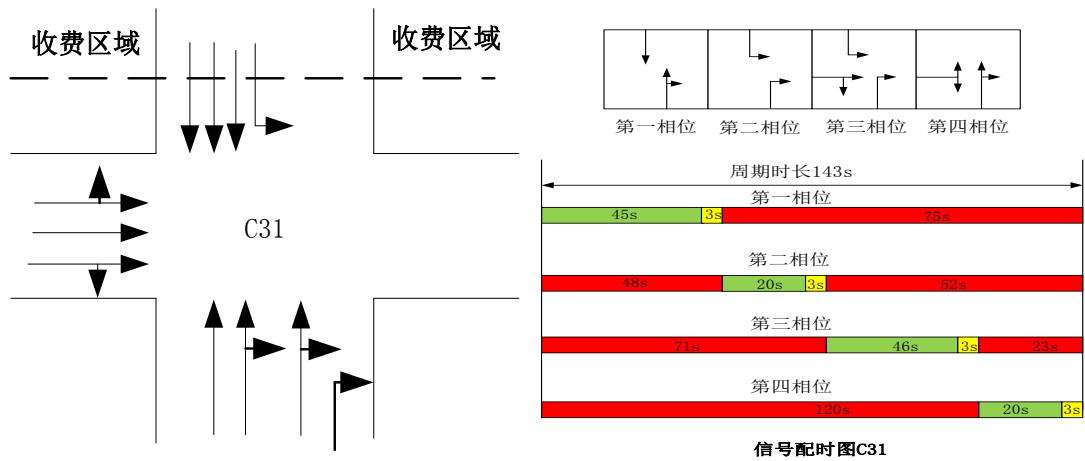


图 4.10 (g) 方案二路口 C31 信号配时及渠化信息

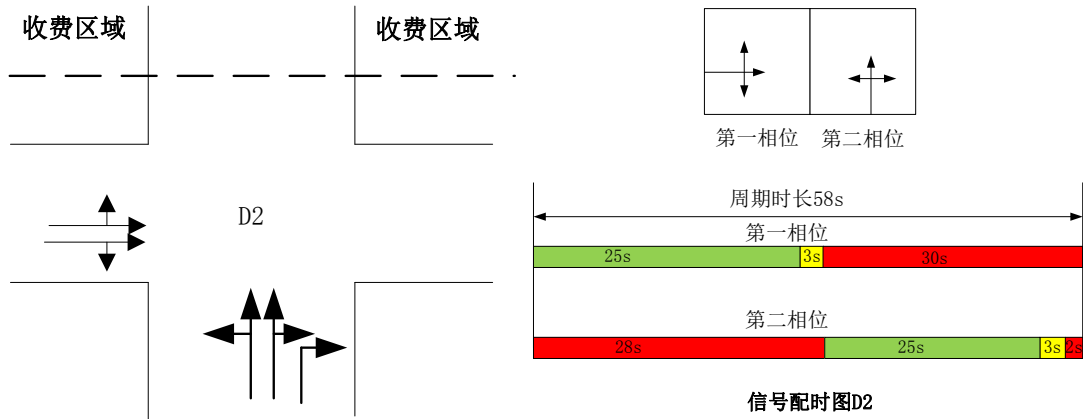


图 4.10 (h) 方案二卡口 D2 信号配时及渠化信息

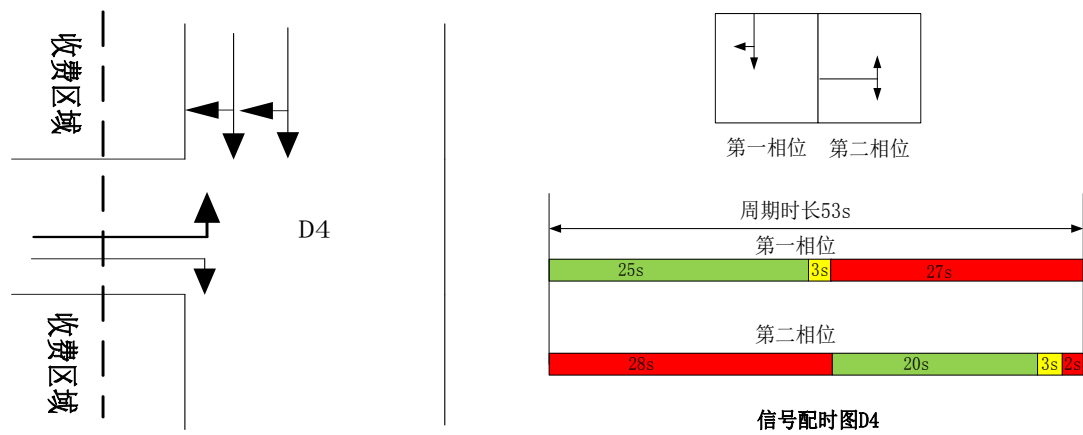


图 4.10 (i) 方案二卡口 D4 信号配时及渠化信息

同样的，收费卡口在经过重新渠化之后，为不进入收费区域的车辆增加了转向的选择，主要包括直行、左转和右转的分流方式，现对方案二卡口新增加的分流形式进行汇总，如下表 4.2 所示。

表 4.2 拟收费区域二卡口新增分流形式

卡口位置	直行控制		右转控制		左转控制	
	左转分流	右转分流	直行分流	左转分流	直行分流	右转分流
C10		√				
C16	√	√	√			√
C08	√	√	√			√
C01		√	√			√
D4			√			
C19	√	√		√		
C31		√				√
D2	√	√				√
C28		√				√

4.4 本章小结

根据南京市的交通状态，选择了以新街口为中心的研究区域，并且拟定了两个大小不同的收费区域。提出了机动车排放收费策略的设计原则，根据不同的收费区域，对收费卡口进行了详细的设计，给出了完整的机动车排放收费实施方案，为后续的研究分析奠定基础。

5. 机动车排放收费策略的仿真技术实现

本研究采用交通仿真的方法分析机动车排放收费对交通的影响。为了使机动车排放收费的交通仿真分析具有现实意义，从交通仿真技术的角度，首先要在仿真平台上反应现实，其次要在仿真平台上实施机动车排放收费方案。因此，本章论述了仿真模型的建立和标定，并在仿真平台上实施了机动车排放收费方案。

5.1 仿真模型的建立

仿真模型的建立，需要通过实地调研以获取研究区域的实际交通系统信息，在仿真平台上建立相应的交通系统模型。结合本研究的具体内容，交通仿真模型的建立，主要包括以下三项内容：交通路网的建立、交叉口信号配时及渠化方式的建立、研究区域车型组成比例的调查及建立。

5.1.1 仿真建模的技术路线

本研究选用微观交通仿真软件 Paramics 作为研究分析的平台，为了建立仿真模型，应用 Paramics 中的 Moeller 模块进行路网模型的构建。在此为了简便，只给出路网建模的技术路线，如图 5.1 所示。路网模型构建的详细步骤可见附录 6（Paramics 仿真软件路网绘制说明）。

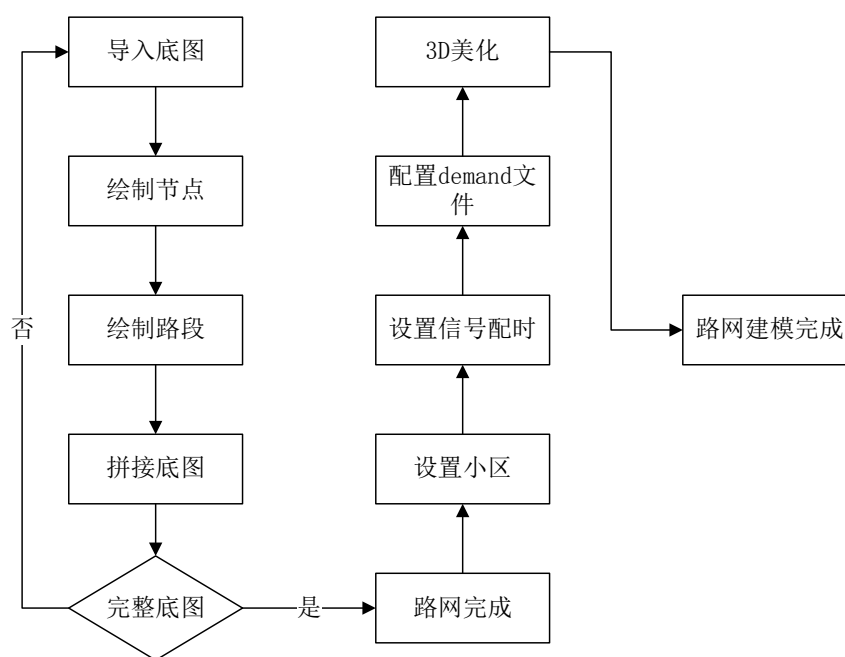


图 5.1 仿真建模流程图

根据上述技术路线，利用 Paramics 进行模型建立，主要包括以下几个工作内容：

(1) 导入底图（底图来源为百度地图或者是 google earth），其作用是绘制路网的实际线性结构。

(2) 绘制路网节点，实质上是确定路网中交叉口的位置。

(3) 绘制路段，构建路网的道路。

(4) 拼接底图，由于研究区域很大，只有通过分块建模的方式，才能构建完整的路网，而在此过程中，通过底图的拼接来确定路网的准确性。

(5) 绘制生成整个区域路网。

(6) 对路网进行小区、信号配时、demand 文件的设置以及 3D 效果美化。

5.1.2 路网几何特征

路网几何特征的建立，主要是根据现场实地调查的结果，把路网线性几何特征建立在仿真模型中。

通过实地的调研，获取了研究区域中各个主要路段的车道数，通过一个简化的路网拓扑图展现南京市各路段的车道数目变化情况，如图 5.2 所示。其中，双向箭头表示双向行驶路段、单向箭头则表示此路段为单行道。路段上的数字编号代表路段上的车道数目变化情况。

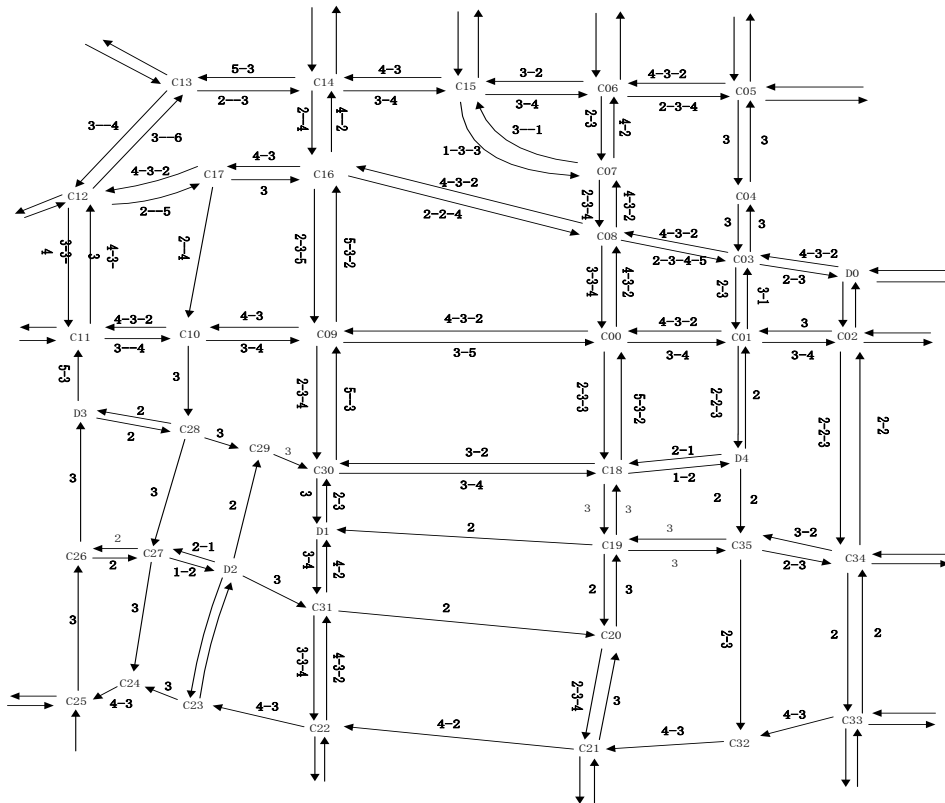


图 5.2 研究区域路网几何特征

5.1.3 交叉口渠化及信号配时

道路交通控制源于城市交通信号控制，其控制的对象是交通流，控制量一般是红灯、绿灯。而信号配时的调查，是为了获得实际交叉口红灯、绿灯的配置，而渠化则是通过导流岛与路面标线相结合的方式，以分隔或控制冲突的车流，使之进入一定的路线，从而满足平面交叉的基本要求。对交叉口这两个交通控制信息的调查，其目的是为了建立的模型尽可能的接近现实，使得后续的动态仿真具有意义。

为了调查信号配时及渠化方式，调查小组每位成员负责两个交叉口的信号灯配时调查，记录调查交叉口的信号灯配时数据，包括信号灯相位，每个相位的绿灯时间和黄灯时间。在调查信号灯配时数据的同时，调查小组成员也调查了交叉口渠化形式，包括各进口道的车道设置情况。调查交叉口信息如下表 5.1 所示。

表 5.1 调查的交叉口信息

交叉口编号	名称（东西*南北）	交叉口编号	名称（东西*南北）
C00	中山东路*洪武路	C18	淮海路*洪武路
C01	中山东路*太平南路	C19	户部街*洪武路
C02	中山东路*长白街	C20	程阁老巷*洪武路
C03	长江路*太平北路	C21	白下路*洪武路
C04	如意里*太平北路	C22	白下路*中山南路
C05	珠江路*太平北路	C23	建邺路*丰富路
C06	珠江路*洪武北路	C24	建邺路*王府大街
C07	杨将军巷*洪武北路	C25	建邺路*莫愁路
C08	长江路*洪武北路	C26	秣陵路*莫愁路
C09	汉中路*中山南路	C27	秣陵路*王府大街
C10	汉中路*管家桥	C28	石鼓路*王府大街
C11	汉中路*上海路	C29	石鼓路*丰富路
C12	华侨路*上海路	C30	淮海路*中山南路
C13	广州路*上海路	C31	程阁老巷*中山南路
C14	广州路*中山路	C32	白下路*太平南路
C15	珠江路*丹凤街	C33	白下路*长白街
C16	长江路*中山路	C34	常府街*长白街
C17	华侨路*管家桥	C35	常府街*太平南路

在该项调查中，一共调查了上表中所列的 35 个交叉，获取相应的信号配时及渠化信息。由于实际情况较为复杂，对于不合理或复杂的配时，在仿真建模中做了适当的简化。由于交叉口较多，在此主要列出构成收费区域的交叉口调查信息，包括：C01、C08、C10、C16、C18、C19、C28、C30、C31、D2 及 D4，共 11 个交叉口。其中，交叉口：C01、C08、C10、C16、C18 及 C30，构成了方案一的收费区域，即必须经过这六个交叉口才能进出收费区域。而交叉口 C01、C08、

C10、C16、C19、C28、C31、D2 及 D4，构成了方案二的收费区域，必须经过这九个交叉口，才能进出收费区域。这十一个关键交叉口的调查信息如下图 5.3 (a~k) 所示。

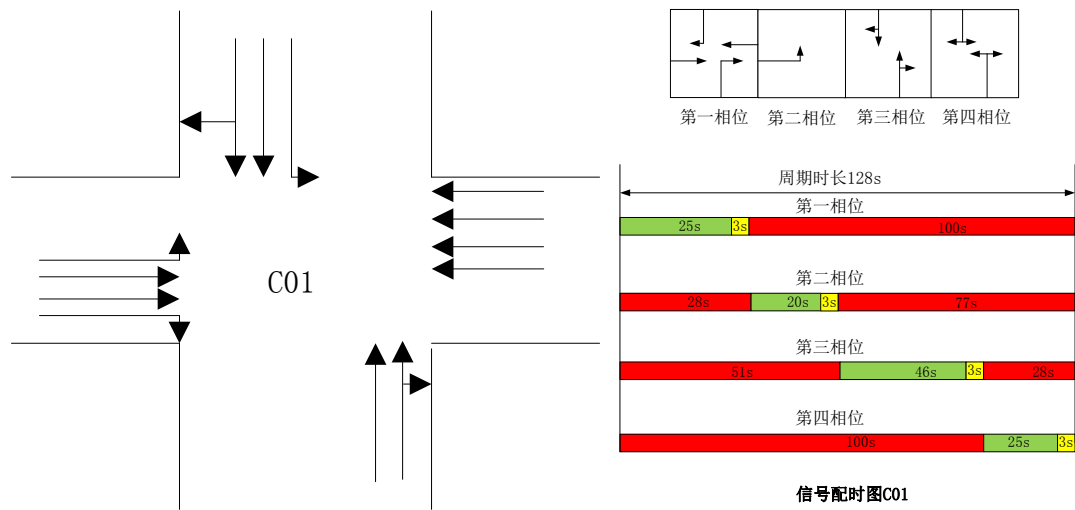


图 5.3 (a) 交叉口 C01 信号配时及渠化信息

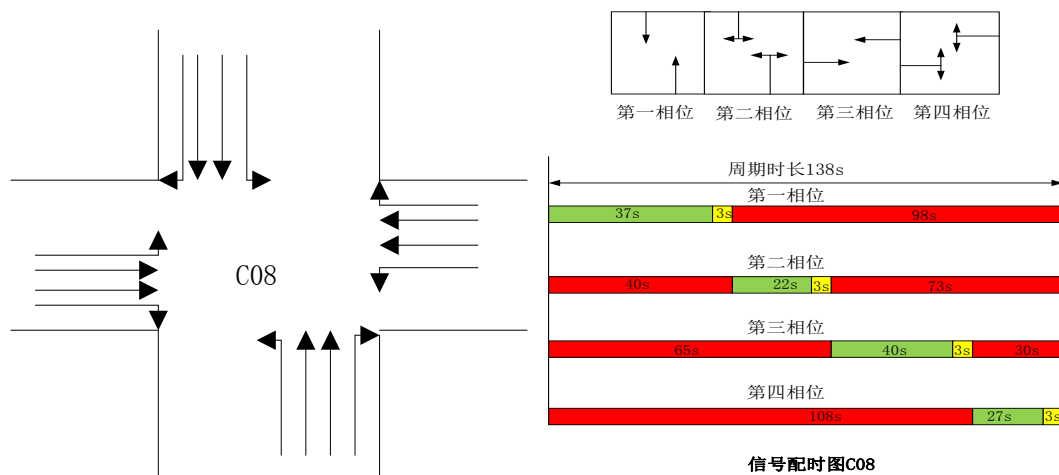


图 5.3 (b) 交叉口 C08 信号配时及渠化信息

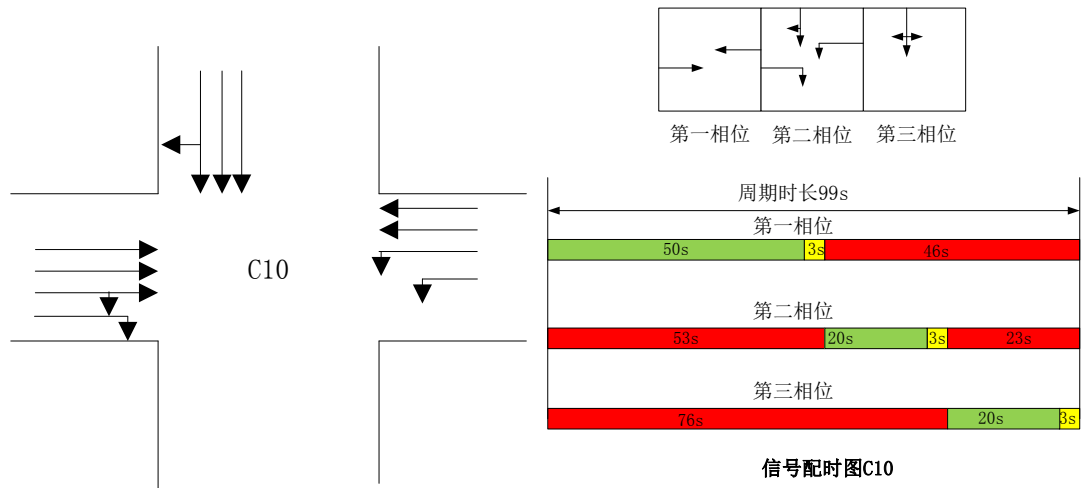


图 5.3 (c) 交叉口 C10 信号配时及渠化信息

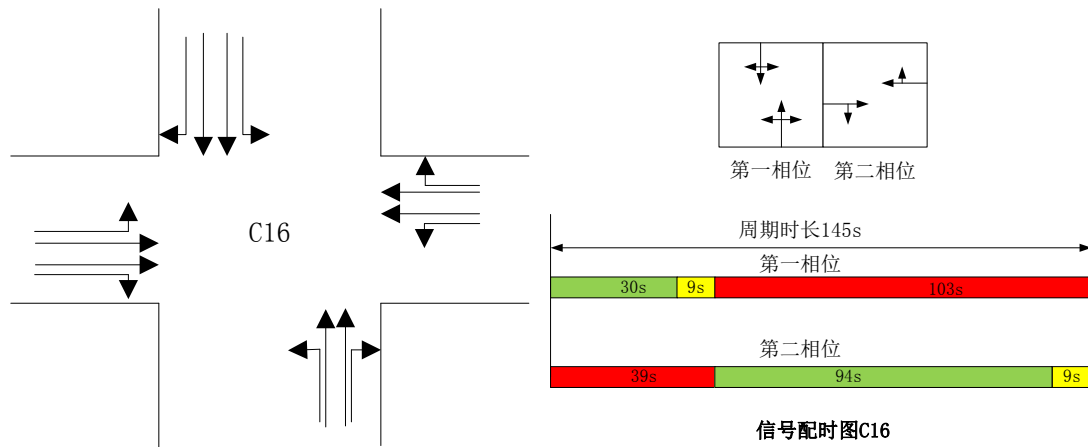


图 5.3 (d) 交叉口 C16 信号配时及渠化信息

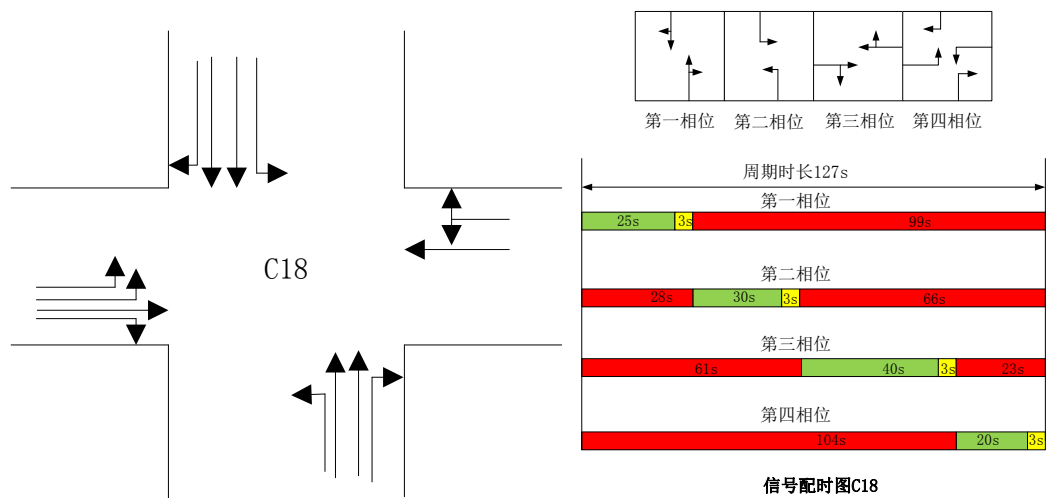


图 5.3 (e) 交叉口 C18 信号配时及渠化信息

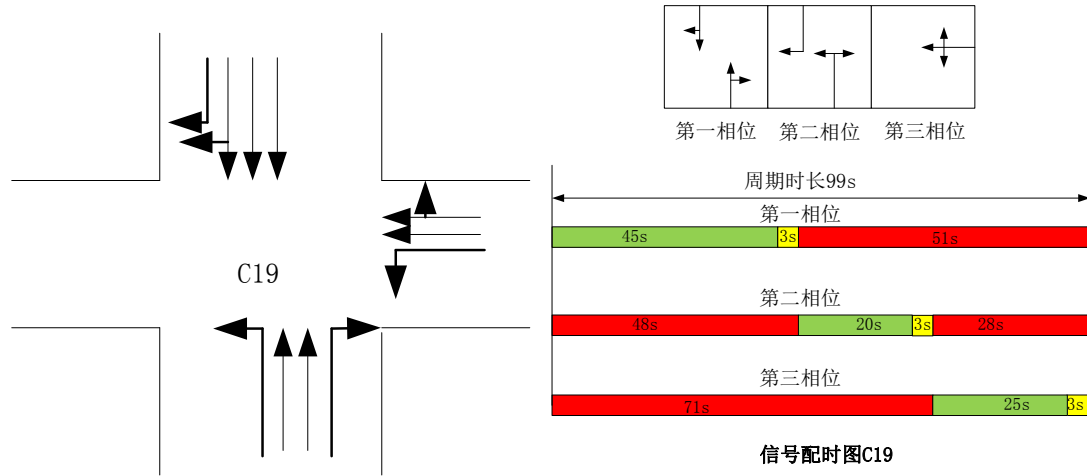


图 5.3 (f) 交叉口 C19 信号配时及渠化信息

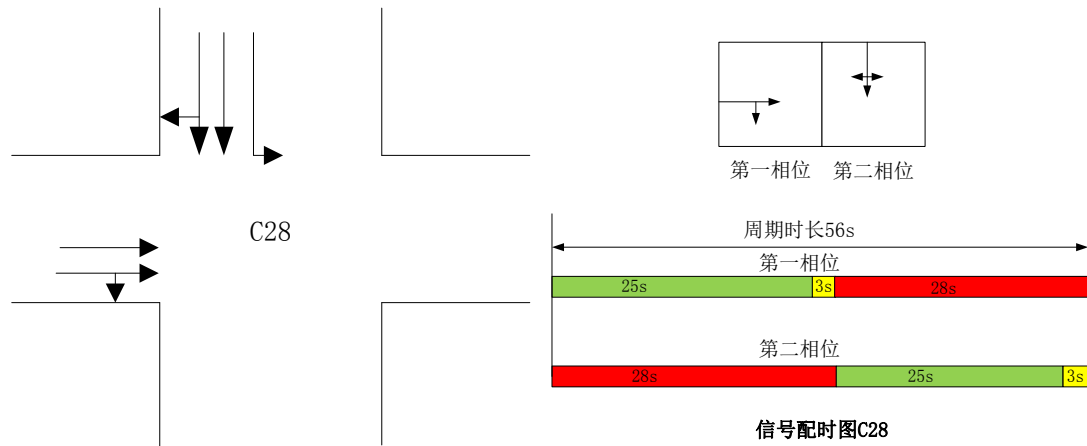


图 5.3 (g) 交叉口 C28 信号配时及渠化信息

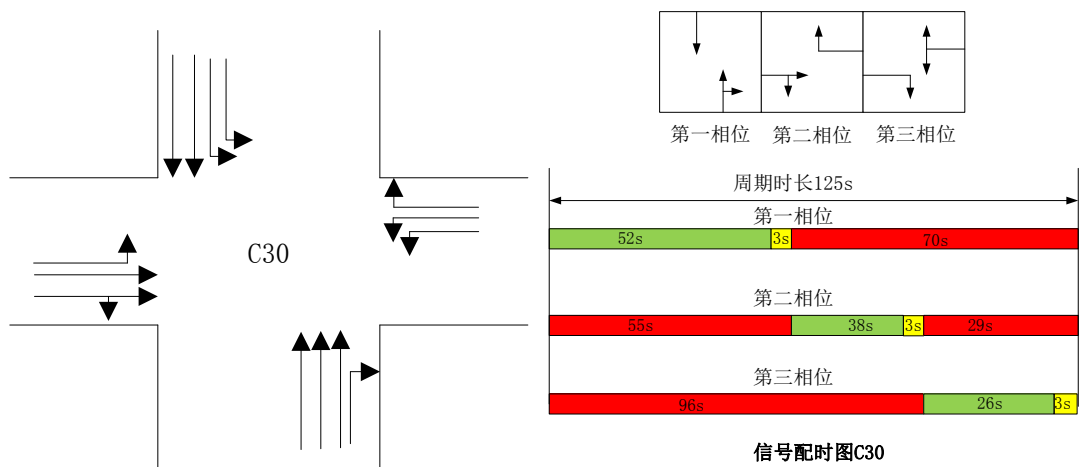


图 5.3 (h) 交叉口 C30 信号配时及渠化信息

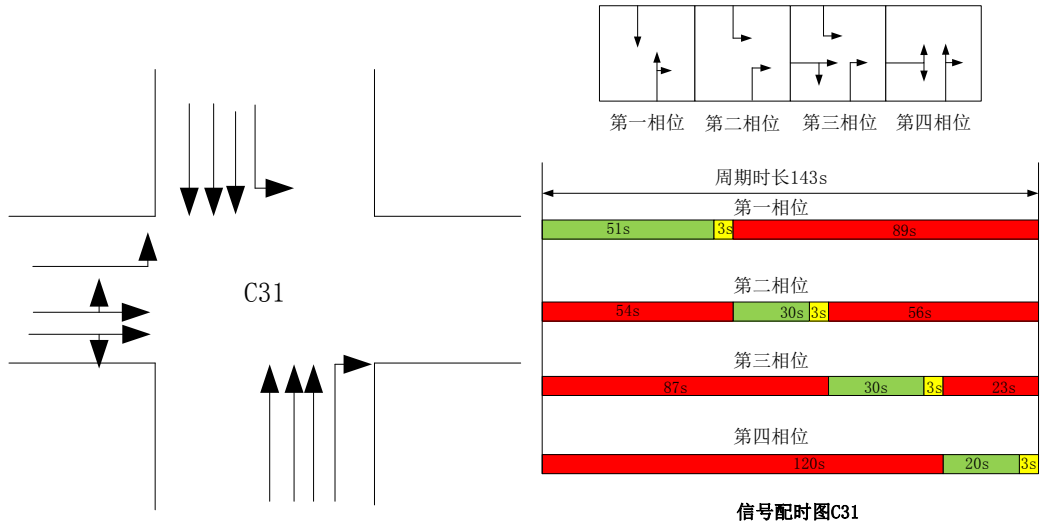


图 5.3 (i) 交叉口 C31 信号配时及渠化信息

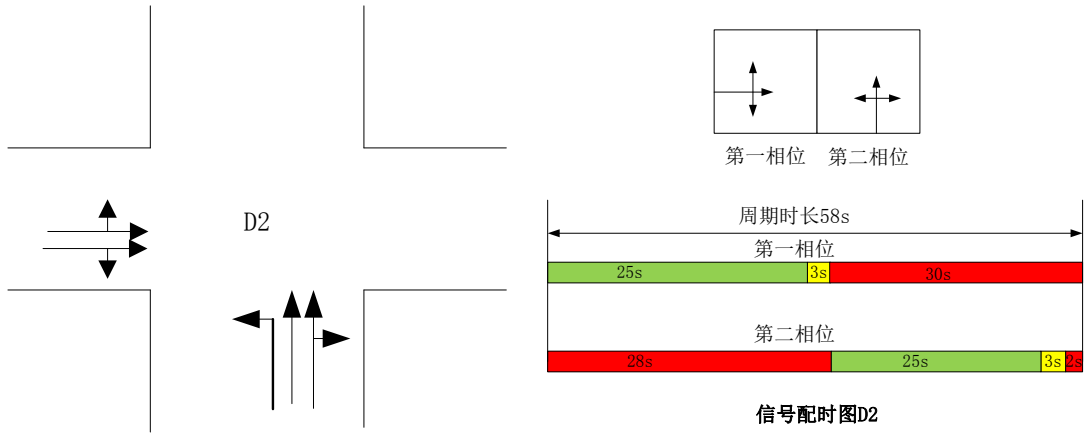


图 5.3 (j) 交叉口 D2 信号配时及渠化信息

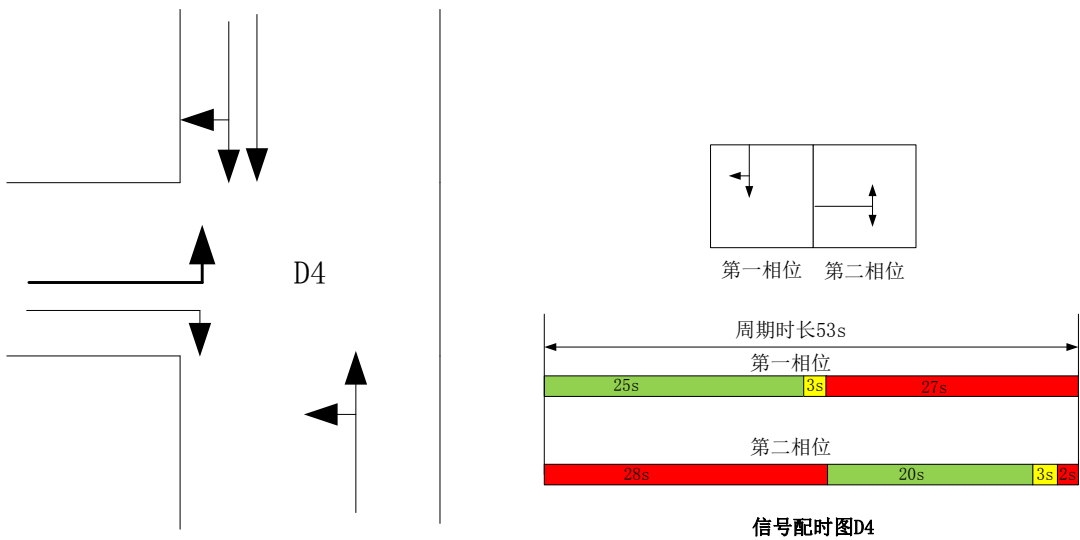


图 5.3 (k) 交叉口 D4 信号配时及渠化信息

5.1.4 车型组成比例

车型组成比例的调查和获取对于深入了解南京市中心区域的交通组成情况，以及更好的保证仿真与现实的接近程度，乃至研究排放收费的可行性都具有重要意义。在进行动态仿真时，保证仿真车辆的组成比例是符合实际的，并且车型比例信息对后续的车辆排放计算，同样十分重要。车型组成比例的获取，是通过人工现场录制视频的方法，利用记录下的车辆牌照信息，与南京市车辆数据库中的车辆信息进行比对，以获取车辆的车型信息。

(1) 调查目标与实现方法

车型比例调查的主要目标是获取南京市中心区域运行车辆的车型组成情况。具体将针对环保局提供的 15 种车型（其中货车类车型包括 B1、H1、H2、H3；客车类车型包括 K1、K2、K3、K4；牵引车包括 Q1、Q2；以及重型车类车型 Z1、Z2、Z3、Z5、Z7），并以此作为 Paramics 仿真车型的输入参数和排放计算模型的输入参数。

这项调查的实现，主要通过人工拍摄主要交叉口进口道的交通情况，以此获取车辆的牌照信息，统计汇总并与环保局车辆信息数据库进行匹配，而后对匹配数据进行筛选、排序和统计汇总即可得到中心区域各车型的比例数据。具体的实施技术流程如下图 5.4 所示。其数据获取的基本流程为：1) 视频数据采集，2) 处理视频数据获取车牌信息，3) 利用统计软件 SAS，将从视频数据获取的车牌信息与环保局数据库里的车牌信息进行匹配，4) 统计环保局所提供的各类车型的比例数值，为仿真建模做准备。

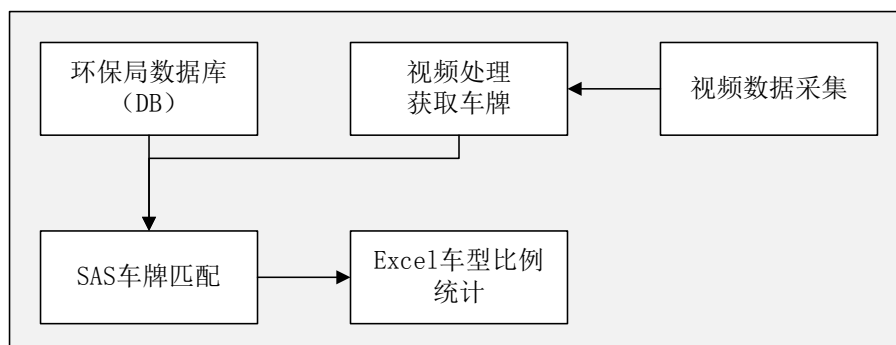


图 5.4 车型组成比例调查技术路线

车型组成比例数据获取的过程中，视频数据的处理过程主要为人工处理，通过人工进行视频车牌数据的识别和录入，其具体流程可以分为视频数据准备和数据生成两个部分，如图 5.5 所示。

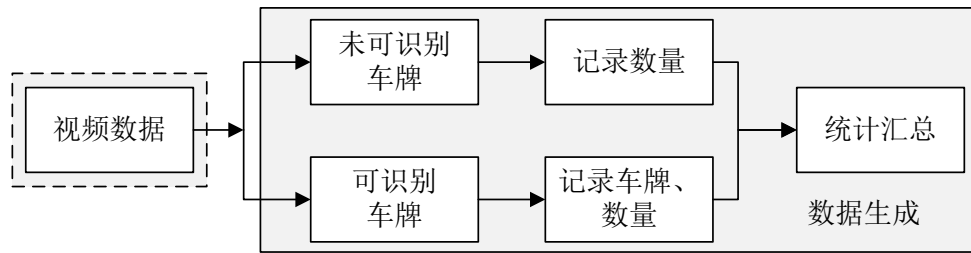


图 5.5 视频处理流程图

根据视频处理三大步骤，将采集到的所有交叉口的视频分批处理，采取人工观测识别的方式剔除错误数据，记录下各个进口道可以识别的车牌，具体地包括可识别车牌号码信息、数目信息。另外未识别的车牌数目也要记录下来，并记录存入 Excel 表格，在进行数据录入的同时需要标注出蓝牌车、黄牌车和军用车辆。最后将所有交叉口得到的车牌号码数据统一汇总，即得到实际的车牌记录情况。

记录的表格形式包括：黄色底色的黄牌车辆、绿色底色的白牌的军、警车、蓝色则代表外地车辆以及其他的南京本地蓝牌车。现场采集的视频车牌的识别率主要受天气条件和设备性能的影响较大，当天气阳光条件不好或者有阴雨出现时，车牌识别率会有明显下降。

将所有交叉口各个进口道的视频处理结果统计汇总，便可以得到视频处理后总的车牌数据。接下来，可以用得到的采集数据与环保局车辆数据库进行 SAS 匹配，通过 Excel 汇总计数进而得到车型及其比例数据。

视频数据获取涉及的交叉口包括 11 个，基本实现了研究区域的覆盖，保证了调查方案的完备性以及数据量的充足性。这 11 个交叉口的主要信息如下表 5.2 所示。针对这 11 个交叉口的每个进口道都进行视频数据的采集，除 C07、C10 及 C35 仅包括三个进口道以外，其余 8 个交叉口均包含有东、西、南、北四个进口道的视频数据。

表 5.2 视频拍摄交叉口信息

交叉口编号	交叉口位置信息	拍摄时间段	拍摄日期
C00	中山东路-洪武路	14:00~15:00	4.27
C01	中山东路-太平南路	14:00~15:00	4.23
C03	长江路-太平北路	17:00~18:00	4.23
C06	珠江路-进香河路	14:03~15:03	4.21
C07	洪武北路-杨将军巷	16:00~17:00	4.22
C08	长江路-洪武北路	13:00~14:00	4.24
C09	汉中路-中山南路	17:00~18:00	4.28
C10	汉中路-管家桥	7:00~8:00	4.28
C16	长江路-中山路	15:00~16:00	4.24
C30	淮海路-中山南路	9:00~10:00	4.28
C35	常府街-太平南路	16:00~17:00	4.23

(2) 调查实施

课题组在 2014 年 4 月 21 日进行了视频数据的预采集实验，找到了视频采集设备放置的合理位置和方法。由于需要清晰的拍摄到车牌信息，课题组成员手持拍摄装置，靠近交叉口进口道停车线位置拍摄到达车辆，尽可能多的将视角覆盖所有车道。正式的调查从 2014 年 4 月 22 日开始，于每天早、晚高峰时段，调查录制一至两个交叉口的视频数据。

由于一个交叉口基本包括四个进口道，所以采集一个交叉口的视频数据至少需要四个调查员。为防止出现突发状况，在采集每个交叉口的视频数据时，设置额外一名机动调查员。若某一交叉口进口道摄像设备出现问题可以进行及时的设备更换等补救处理，进而保证了调查过程的顺利以及调查数据的完整性。

鉴于机动车排放收费交通影响仿真建模需要主干道车型比例数据的输入，因此，项目组选取了 11 个覆盖分析区域所有主干道的交叉口进行车型比例调查。

①车型比例调查形式为人工拍摄高峰时段交叉口各进口道的通行车流，

②通过后期人工观看的方式记录车牌号，进行分类汇总，视频拍摄时间为 1 小时，

③汇总整个南京市中心区域 11 个交叉口车牌信息数据，即完成整个视频数据的采集工作。

(4) 调查结果及分析

车型比例调查的视频数据采集部分得到 11 个主要交叉口共 41 个进口道视频，时长达到 43 个小时，人工处理后得到 11 个交叉口各进口道高峰时段 1 小时的车牌号数据，车牌号数据按照本地蓝牌、本地黄牌、本地白牌及外地车牌进行分类汇总。最后通过车牌检测系统导入车牌号数据，获取各类型比例信息。

统计汇总得到各类车型的数量和比例，汇总结果如下表 5.3 所示。根据车型分类标准，得到环保局所需的 15 种车型的比例。由表可以看出，南京市路网各类车型包括货车（B1、H1、H2、H3）、客车（K1、K2、K3、K4）、牵引车（Q1、Q2）和重型车（Z1、Z2、Z3、Z5、Z7）。其中货车所占比例为 8.74%、客车所占比例较高为 88.37%、轻型车占 1.46%、重型车占比例为 1.44%。南京市路网核心区域客车所占总车型的比例最高，而这其中 K3（即私家小汽车）占的比例又最大约 78%左右，是南京车型构成的主体，汇总结果如下表 5.3 所示。

表 5.3 车型组成比例调查汇总表

名称	车型代码	数量	车型比例 (%)
货车	B1	10	0.08
	H1	677	5.68
	H2	235	1.97
	H3	121	1.01
小计		1043	8.74
客车	K1	1179	9.88
	K2	119	1.00
	K3	9179	76.95
	K4	64	0.54
小计		10541	88.37
牵引车	Q1	170	1.43
	Q2	3	0.03
小计		173	1.46
重型车	Z1	1	0.01
	Z2	48	0.40
	Z3	14	0.12
	Z5	99	0.83
	Z7	10	0.08
小计		172	1.44
总计		11929	100.000

统计得到的车辆总数为 11929，其中客车中的 K3 型有 9179 辆，占到总量的 76.95%，为主要车型；客车中的 K1 型紧随其后有 1179 辆，占总量的 9.88%，这部分车辆中公交车占有很大比例；重型车中的 Z1 仅有 1 辆，所占比例最小。具体的车型组成比例百分比，如下图 5.6 所示。

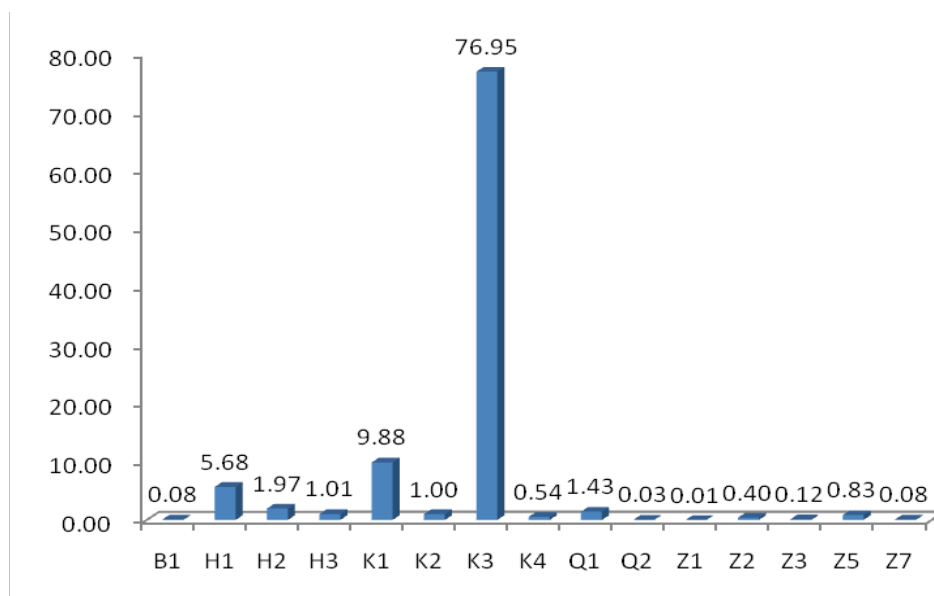


图 5.6 各类车型百分比柱状图

(5) 车型比例信息在仿真中的应用

在仿真软件 Paramics 中，具体的车辆参数信息与实际现实中的车辆参数信息是有差别的。在仿真中，某一车型所有车辆的全部参数信息都是相同的，而现实中同一车型的车辆，其车辆参数信息不尽相同。为了体现调查获取的车型组成比例信息，现在对仿真车型与调查车型进行匹配，并设置相关的车辆参数。如下表 5.4 所示。

表 5.4 仿真车型主要参数信息

车型	车辆物理属性信息				车辆动力信息		
	长度 (米)	宽度 (米)	高度 (米)	重量 (吨)	最大加速 (m/s^2)	最大减速 (m/s^2)	最高时速 (km/h)
B1	8	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
H1	6	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
H2	6	2.3	2.6	2.5	1.2	3.7	130
H3	6	2.3	2.6	2.5	1.2	3.7	130
K1	10	2.5	3	12	1.2	3.7	130
K2	10	2.5	3	12	1.2	3.7	130
K3	4	1.6	1.5	0.8	2.5	4.5	180
K4	4	1.6	1.5	0.8	2.5	4.5	180
Q1	8	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
Q2	8	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
Z1	10	2.5	3	12	1.2	3.7	130
Z2	8	2.3	2.6	12	1.2	3.7	130
Z3	6	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
Z5	6	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130
Z7	6	2.3	2.6	2.5	1.8	3.9	130

5.2 仿真模型参数的标定

为了使得仿真得到的研究区域的交通状况具有实际意义，需要对仿真模型进行参数的标定。参数标定是指基于实测交通流数据对仿真模型中部分参数取值进行调整，保证仿真模型预测结果和实际交通条件一致。在仿真软件中，路网中的车流量是通过起讫(OD矩阵)点来产生的，通过小区对的OD配置文件，确定不同OD对之间的交通流量。当进行动态仿真时，小区开始根据输入的OD配置文件释放车流量，车流随之充满整个路网，并根据最短路径原则，进行路径的规划。在本研究的仿真中，OD矩阵信息是最直接最重要的仿真参数。为此，就需要在仿真中找到一组OD矩阵信息，使仿真得到的交通状况最大程度的接近现实情况。

本章采用遗传算法对仿真模型进行 OD 矩阵的参数标定，并对标定结果进行分析，为收费策略的实施奠定基础。

5.2.1 标定的目的及意义

对路网进行仿真模型参数的标定，使得到的仿真状态，尽可能贴近现实情况。在此基础之上，本研究所提及的排放收费方案的交通仿真分析才有意义。为此，采用遗传算法（Genetic Algorithm）对收费区域仿真模型进行 OD 矩阵的参数标定，并对标定结果进行分析，为收费策略的设计与实施奠定基础。

交通仿真作为智能交通运输系统的一个重要组成部分，是计算机技术在交通工程领域的一个重要应用。一般来说，交通仿真模型中的参数均有缺省值，但缺省值往往不一定适合研究区域的实际交通特征。因此，在运用交通仿真软件进行仿真分析之前，必须对模型中的关键参数进行标定。

5.2.2 遗传算法简介

微观交通仿真模型的参数标定是一项复杂且系统的工作。仿真模型参数标定过程可以看作是最优化问题求解过程。

遗传算法（Genetic Algorithm）是 1962 年由美国 Michigan 大学 Holland 教授提出的模拟自然界遗传机制和生物进化论而形成的一种并行随机搜索最优化方法。它把自然界“优胜劣汰，适者生存”的生物进化原理引入优化参数形成的编码串联群体中，按照所选择的适应度函数并通过遗传中的选择、交叉和编译对个体进行筛选，使适应度值最好的个体被保留，适应度差的个体被淘汰，新的群体继承了上一代的信息，又优于上一代。这样反复循环，直至满足条件。

遗传算法是一种适用于全局优化的启发式优化技术，是模拟生物在自然环境中的遗传和进化过程而形成的一种自适应全局优化概率搜索算法。遗传算法增加了找到全局最优解的概率每一代仿真模型中参数值的组合是上一代优胜劣汰的结果，可有效地利用历史信息推测和预计更高性能的新搜索点。遗传算法作为一种将自然遗传学和计算机科学结合起来的现代启发式优化算法，因其强大的问题解决能力和广泛的适应性，近年来逐渐应用于交通工程研究领域，取得了良好的效果。结合标定需要，选取遗传算法作为求解手段。设计基于遗传算法的参数标定，其流程如图 5.7 所示。

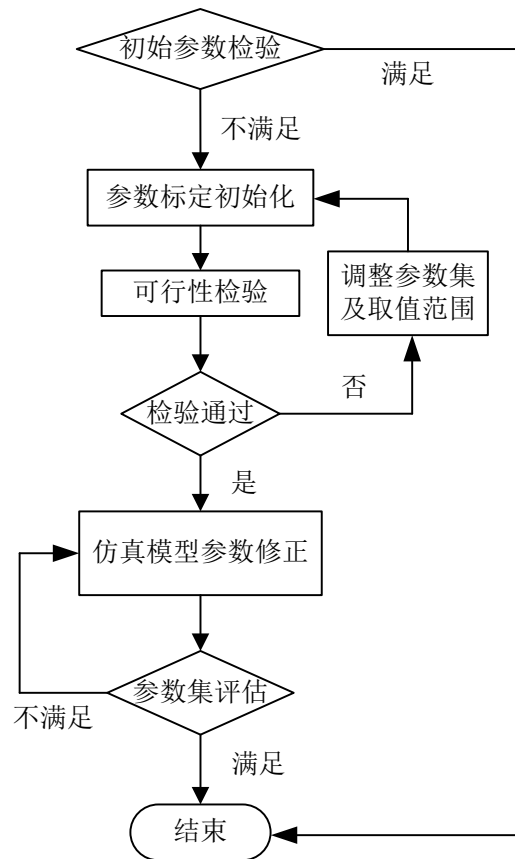


图 5.7 基于遗传算法的参数标定流程

遗传算法主要的步骤为：

- (1) 根据待解问题的参数集进行编码；
- (2) 初始化群体；
- (3) 计算群体中每个个体的适应度值；
- (4) 按照由个体的适应度值所决定的某个规则选择将进入下一代的个体；
- (5) 按交叉概率进行交叉操作；
- (6) 按变异概率而进行变异操作；
- (7) 如果没有满足某种终止条件,则转到第(3)步,否则进入第(8)步；
- (8) 输出种群中适应度值最优的染色体作为问题的满意解或最优解。

针对遗传算法中的主要步骤中，结合在仿真标定中的应用，其主要的应用方法如下：

- (1) 编码。

由于在本项目中，是对路网的 OD 矩阵进行标定，所以在此，是对路网的 OD 矩阵进行编码，其编码的过程如下图 5.8 所示。

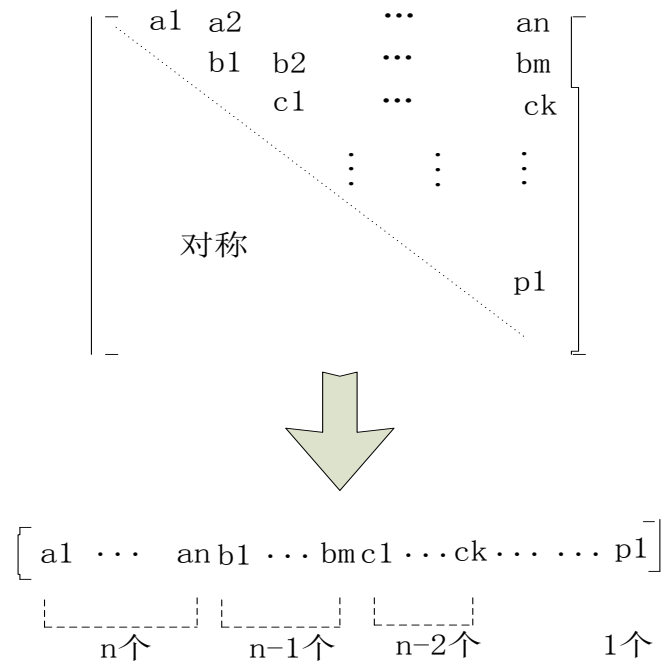


图 5.8 编码过程

在本项目的仿真中，路网的 OD 矩阵为 16×16 ，由于主要研究的区域为路网的中间部分，即分析区域，所以假设相邻的 OD 对之间的流量为零，相邻 OD 对之间的流量不会对分析区域的流量产生任何影响，编码不考虑相邻 OD 对之间的流量信息。所以，编码长度为 $(15 \times 15 - 15) / 2 = 105$ 。

(2) 选择操作。指从旧的群体中以一定的概率选择个体到新的群体中，个体被选中的概率跟适应度值有关，个体的适应度值越好，被选中的概率越大。

(3) 交叉操作。指从个体中选择两个个体，通过两个染色体的交换组合，来产生新的优秀个体，交叉过程为从群体中任意选择两个染色体，随机选择一点或多点染色体位置进行交换，交叉操作如图 5.9 所示：

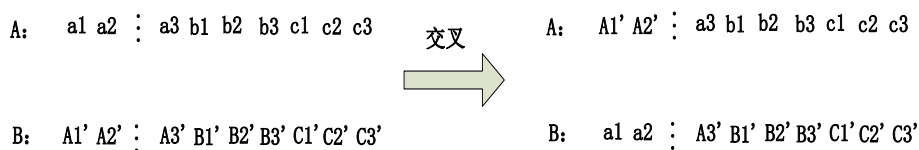


图 5.9 交叉操作

(4) 变异操作。指从群体中任选一个个体，选择染色体中的一点进行变异以产生更优秀的个体，变异操作的过程如图 5.10 所示：

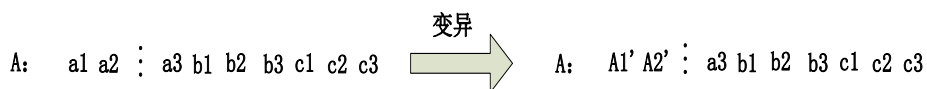


图 5.10 变异操作

5.2.3 基于遗传算法的仿真模型标定

结合本目标定的具体内容，专门编写了基于 Matlab 遗传算法的 Paramics (OD 矩阵) 标定程序。通过 Paramics 的 API 函数接口，引入 Matlab 强大的计算能力，提升交通仿真建模的能力。

标定程序的核心部分是建立 Matlab 与 Paramics 的实时数据交互功能。标定的基本流程如下图 5.11 所示。

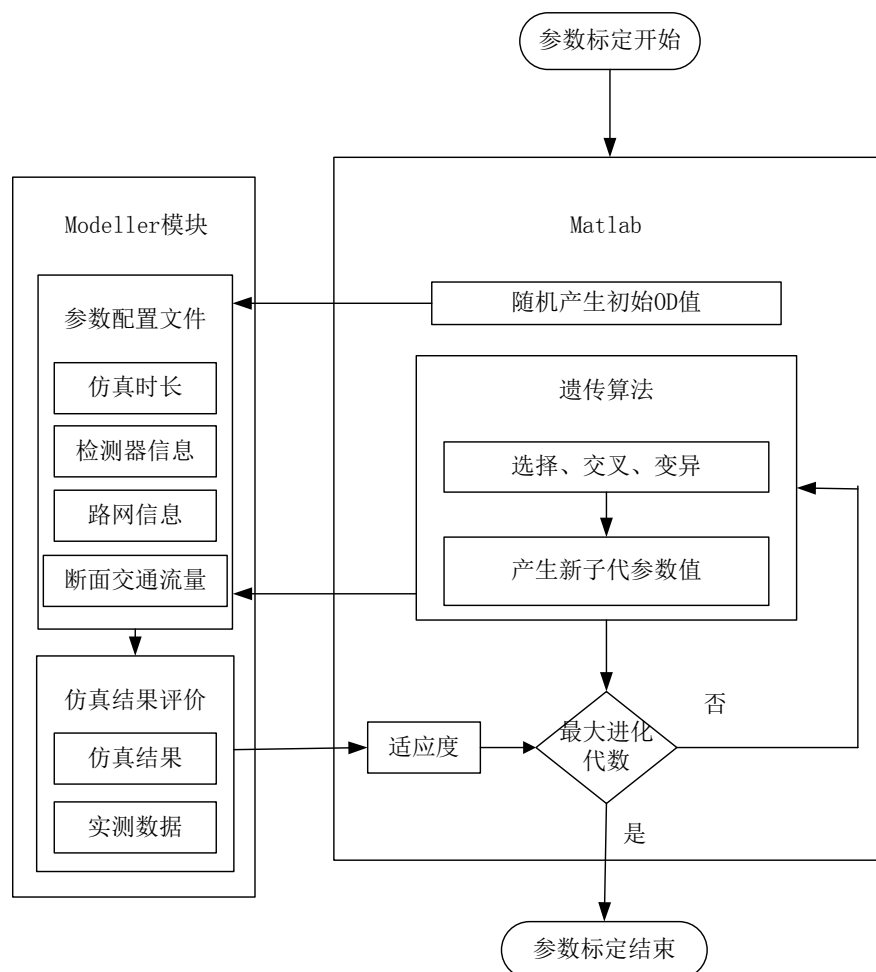


图 5.11 自动参数标定过程

基于遗传算法的参数标定过程需要大量仿真实验以测试不同参数值组合的仿真结果传统方法需手动调节 Paramics 仿真模型中关键参数值手动标定工作量大耗时长过程单调且易引入人为误差。因此开发了自动参数标定算法实现 Paramics 仿真模型中参数标定过程自动化。

图 5.11 为参数自动标定流程图。参数标定开始后，由 Matlab 随机产生初始 OD 值，调用 Paramics 主体模块 Modeller，打开路网文件并自动读取参数配置文件 demands，运行仿真并将仿真结果输出到指定文件。该算法对比 Paramics 输出数据与真实数据计算 Fitness 值并判断是否满足结束条件，如未达到结束条件则

自动生成新一代参数值组合，并将仿真结果写入指定文件中，之后自动调用模块 Modeller 进行下一轮迭代。迭代过程不断循环，直至遗传算法迭代 50 次后终止参数标定。

本研究采用 Matlab 和 C++ 对上述算法编程，生成 Paramics 仿真模型参数自动标定程序。该程序由 Paramics 和嵌入路网的 dll 插件组成，该 dll 插件是利用 Paramics 微观仿真模型提供的 API 接口开发的用于标定的插件，主要功能为按照指定格式输出仿真数据值到指定文件。

本文是对南京市主城区 OD 进行研究，关键是断面交通量，故仿真参数标定应该确保仿真交通流量特征与真实情况一致。因此本文采用仿真交通流量与真实交通流量间差异作为仿真结果有效性检验的适应度函数并植入遗传算法。适应度函数 (Fitness) 的计算公式如下，该值越大表明仿真精度越高。

$$\text{Fitness} = \frac{10}{\max|\text{obs}_i - \text{sim}_i| + 1}$$

式中： obs_i 为视频统计断面 i 流量观测值； sim_i 为断面 i 流量仿真值。基于遗传算法的仿真参数标定流程如下。

1) 初始参数检验。对比默认参数值下的仿真结果与真实数据，由仿真精度判断是否需参数标定。

2) 参数标定初始化。确定仿真模型中待标定的参数集及各参数取值范围，各参数随机取值组合后进行多次仿真测试。

3) 可行性试验。检验第 2 步仿真结果范围是否包含真实数据，若不包含则调整待标定参数集或各参数取值范围。

4) 确定仿真参数。运行目标优化程序从各仿真实验中选择最佳参数值组合，使 Fitness 值最大。

5) 参数标定结果检验。由于 PARAMICS 中单次仿真存在随机性，需对遗传算法优化程序产生的最优解多次运行并检验。

5.2.4 模型标定及结果分析

在本研究中，重点是研究排放收费策略对于收费区域内的交通影响。因此，在进行交通仿真时，需要获取收费区域内准确的交通状况。基于这一点，标定点的选择主要位于收费区域内的主干道上，一共有 8 个标定点，并且标定点均位于两套收费方案的收费区域中，标定点的位位置信息如下图 5.12 所示。

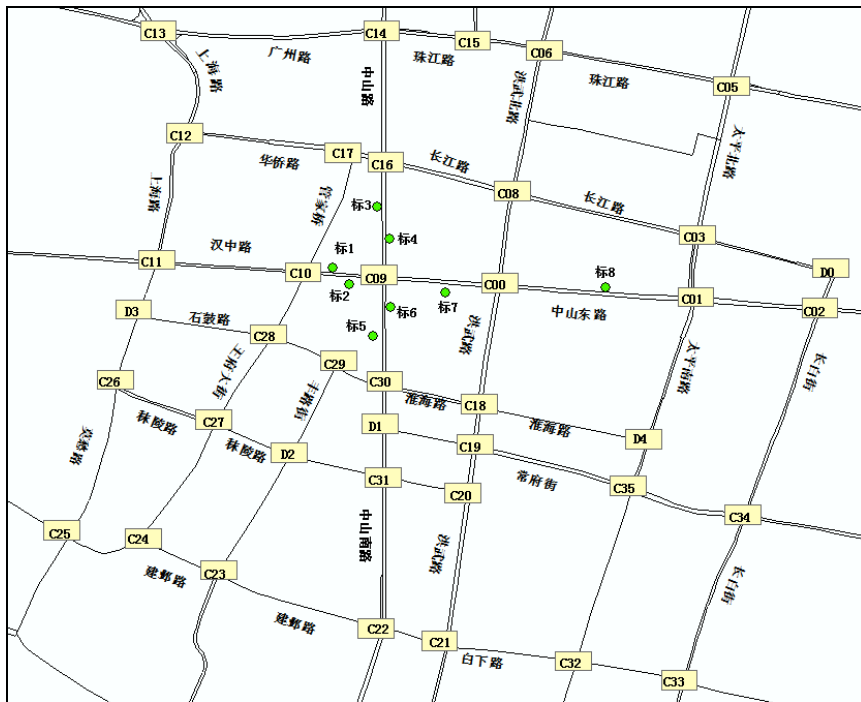


图 5.12 标定点位信息

根据自动标定流程图，应用编写的标定程序，进行仿真参数 OD 矩阵信息的标定。标定结果是得到一组适应度函数最好的 OD 矩阵信息，即标定点位得到的交通流仿真与实测值的误差最小。具体的标定结果如下图 5.13 所示。

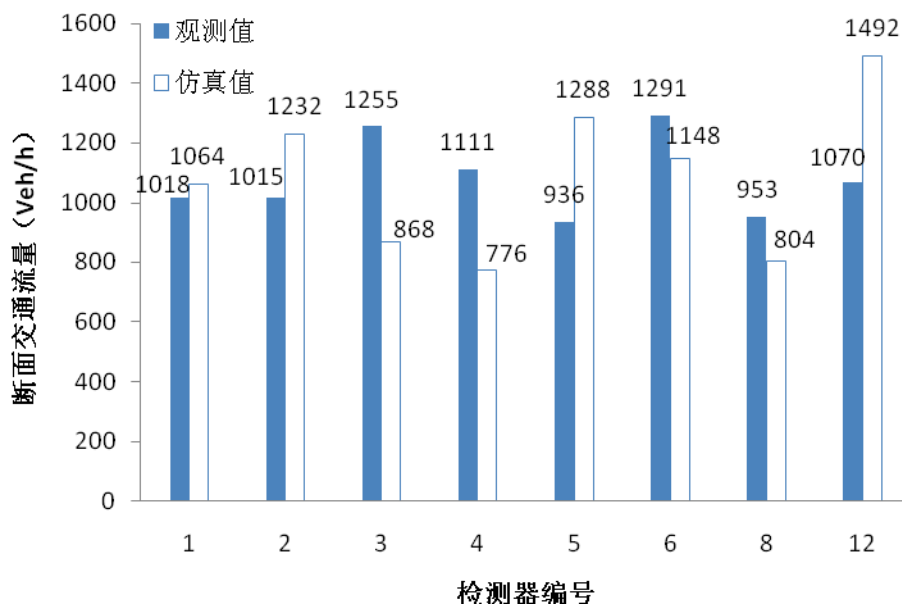


图 5.13 标定结果

标定结果显示（图 5.13），标定结果的仿真值与实际观测值之间存在一定的误差，但标定点的断面交通流量基本能反映现实情况的变化规律。在 Paramics 仿真中，道路上的交通流是来自于路网的 OD 矩阵信息，即断面交通流量仅仅是来自于不同的 OD 对，所反映的交通流构成结构比较简单。而在实际情况中，城市中的现实交通流状况很复杂，特别是在城市的中心商业区。以本项目所研究的

区域为例，是南京市的中心商业区，该区域交通流的形成是比较复杂的，特别是区域内部产生的交通流，在仿真软件中很难定量的描述。因此，标定结果的仿真值与实际观测值之间存在一定的差异，是不可避免的。

5.3 收费策略的仿真实现

利用仿真软件 Paramics 实现收费控制策略，需要了解其编程模块 programmer 的函数，本节主要介绍 programmer 功能模块的四大类控制函数，并给出了收费控制策略的实现流程。

5.3.1 仿真软件 Paramics 简介

本项目所采用的仿真平台是 Paramics，它是由英国 Quadstone 公司开发的并行微观仿真软件，它在微观交通仿真的软件市场上占据重要地位，在世界上许多国家得到了广泛的应用。

Paramics 具有实时动态的三维可视化用户界面，对单一车辆进行微观处理的能力，多用户并行计算支持，以及功能强大的应用程序接口。Paramics 由 5 个主要模块组成，分别是建模工具 Modeller、处理工具 Processor、分析工具 Analyser、编程工具 Programmer 和监视工具 Monitor，在 V4 以后的版本中还增加了 OD 估计工具 (Estimator)，其中 Modeller 是整个软件的核心仿真模块。Modeller 本身并不对 ITS 的模拟和评价提供很有力的支持，对 ITS 的模拟和评价需要通过其编程工具 Programmer 来实现，本项目中的交叉口控制策略的实施正是通过 Programmer 来实现的，Programmer 为扩展程序开发提供了一个全面的基于 C++ 的应用程序接口(API)。应用程序接口使得 Paramics 具备非常强大的可移植性和可扩充性。

Paramics 提供的 API 函数共有 4 类，分别是 QPG、QPO、QPX、QPS，这四类函数的功用各不相同，需要综合运用才能实现对 ITS 策略的模拟和评价。

1) QPG 函数是所谓的获取函数 (Get Functions)，利用 QPG 函数实现从 Paramics 中取出或查询某个对象的值，对象包括路网、节点、路段、小区、车辆、匝道、信号灯以及可变信息标志等。

2) QPO 函数是所谓的取代函数 (Override Functions)，利用 QPO 函数实现以自定义的行为逻辑算法取代 PARAMICS 核心仿真模块中默认的行为逻辑算法，如改变其中的跟车算法及车道变化算法等，这使得我们既能够利用 PARAMICS 的强大功能，又能够将自己的算法和模型嵌入到软件中，为自主研发提供了极大便利。

3) QPX 函数是所谓的扩展函数 (Extending Functions), 利用 QPX 函数实现在 Paramics 核心仿真模块已有功能的基础上再添加某些功能, 并在一些事件点上触发。

4) QPS 类函数是所谓的设置函数 (Set Functions), 利用 QPS 函数实现设置 Paramics 模型中对象的值、状态和行为。

利用 API 函数, 能够实现各种控制策略。具体而言, 在 C/C++ 的集成开发环境 Visual Studio 中, 通过 C 语言调用这些 API 函数开发程序插件 (Plug-in), 然后将程序插件源代码编译成动态链接库 (DLL)。当仿真模块 Modeller 运行时, 就会加载该 DLL 文件, 实现自定义的控制策略, 具体的技术流程如下图 5.14 所示。

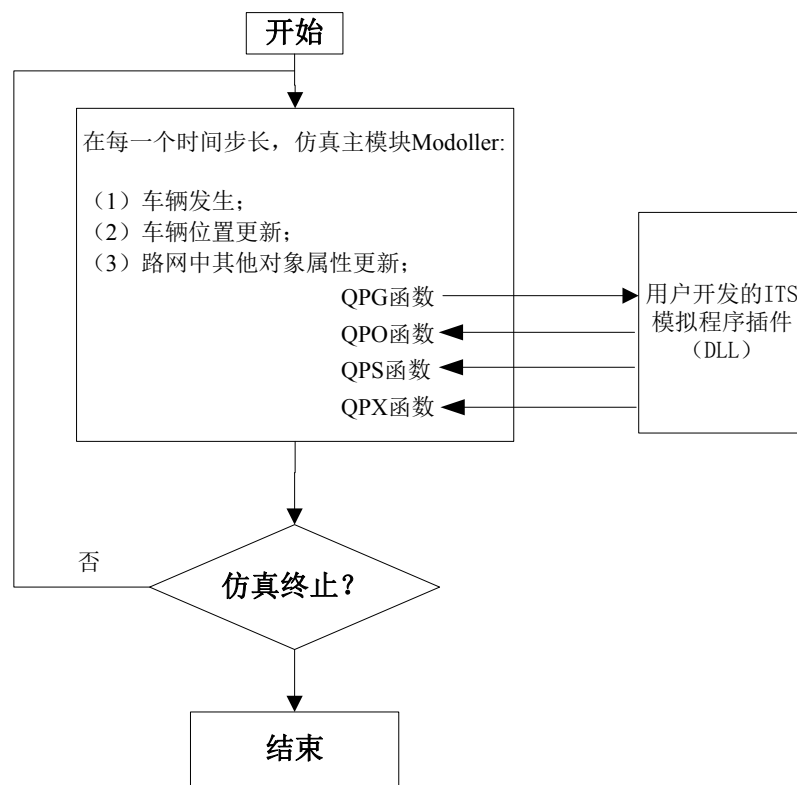


图 5.14 Programmer 技术流程图

5.3.2 收费策略实现方法

基于 Paramics 的 Programmer 环境, 排放收费控制策略所实施的控制对象是路网中的每一辆车, 通过 API 接口中 QPG 函数获取车辆信息, 并且通过 QPS 函数重写车辆行驶路径信息, 以达到限行控制的目的。收费控制策略所需要的信息, 均已从问卷调查中设置并获取。实现流程如图 5.15 所示。

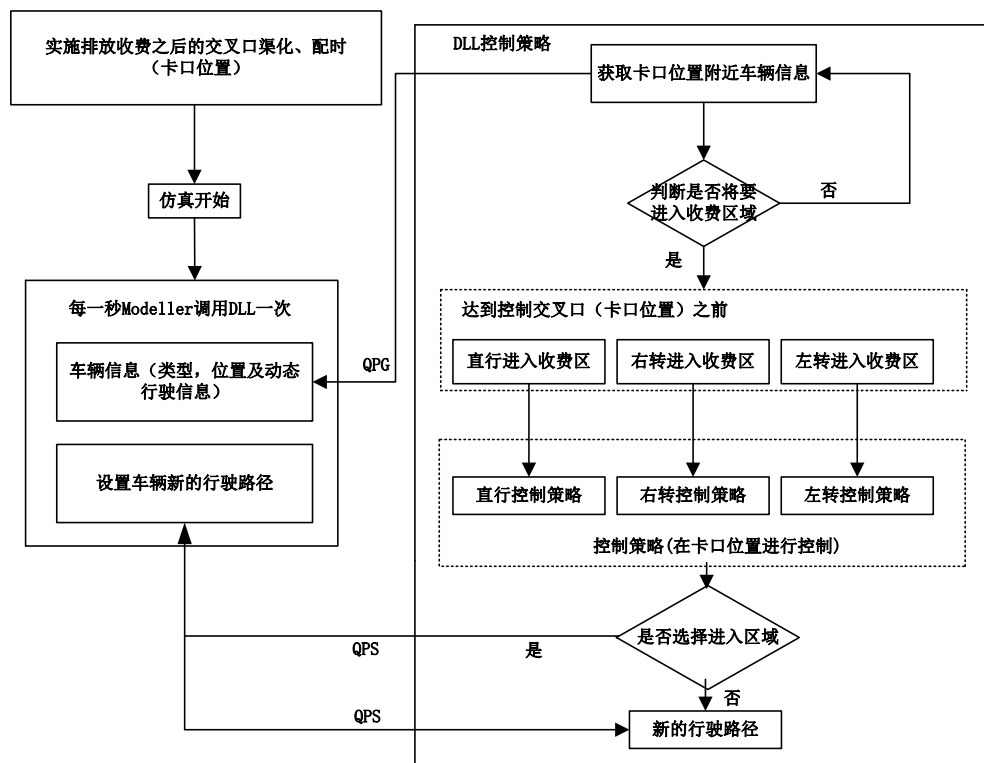


图 5.15 Paramics 排放仿真控制策略流程图

如图 5.15 所示，在进行排放收费控制仿真之前，根据设计好的排放收费仿真策略，对收费卡口进行新的渠化以及信号配时，完成路网所有信息的配置。在仿真开始之后，仿真主模块 Modeller 调用 DLL。Modeller 调用 DLL 控制插件，首先判断行驶在卡口位置附近的车辆是否将要进入收费区域。如果目标车辆前进方向不经过收费区域，则不对该车辆施行控制。如果目标车辆将要经过收费区域，那么就对该目标车辆进行收费控制。在 DLL 编程中，利用生成的随机数进行判断是否对车辆进行转向控制，而转向率则是根据问卷调查的结果（转向比率）获得的。具体对每一辆车进行判断的控制过程如下图 5.16 所示。

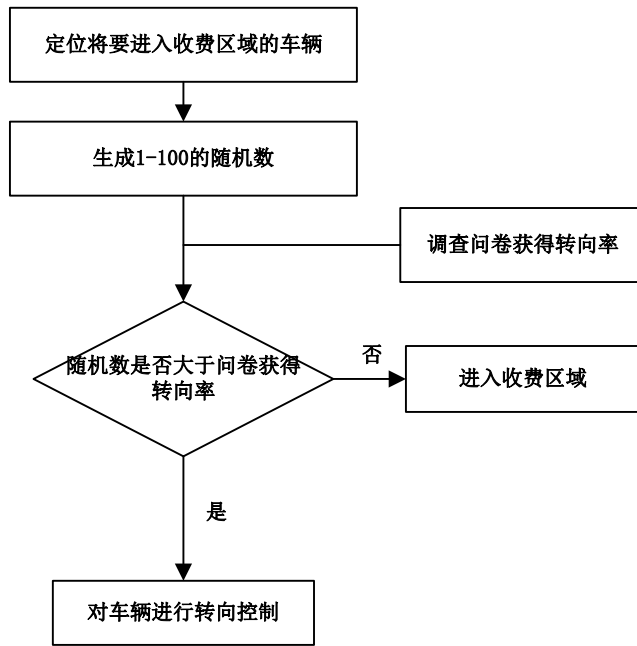


图 5.16 利用随机数进行转向控制的判断

随着收费价格的变化，其转向率也不同。利用生成 1-100 的随机数，可以很好的实现从问卷调查获得的转向比率。

下表 5.5 中，列出实施排放收费控制策略所涉及到的主要 API 函数。

表 5.5 主要仿真控制函数

函数名称	作用
qpg_NET_link	获取路段信息
qpg_LNK_vehicles	获取不同车道上车辆数量
qpg_LNK_vehicleList	获取不同车道上所有车辆的指针
qpg_VHC_type	获取目标车辆类型
qpg_VHC_nextExit	获取目标车辆前进方向
qps_VHC_nextlink	控制目标车辆前进方向
control_by_lane	实现预期控制转向比率（自定义函数）

5.4 本章小结

为了使机动车排放收费的交通仿真分析具有现实的研究意义，本章从交通仿真技术的角度，从三个方面详细阐述了如何实施机动车排放收费交通仿真。包括仿真模型的建立、仿真参数的标定、收费策略的编程实现。解决了两个主要的问题，如何在仿真平台上反应现实；如何在仿真平台上实施机动车排放收费方案。为后续的交通影响分析奠定技术支持。

6. 机动车排放收费仿真分析

本章针对两个不同的收费区域，对机动车排放收费进行了仿真实验设计，并且根据机动车排放收费出行意向的调查，对每一个收费区域实施不同的收费价格，通过对比实施排放收费方案前后、不同收费价格、不同收费方案之间的道路断面交通流量来反应收费策略产生的影响。

6.1 仿真实验设计

根据两个不同的拟收费区域，设计了相应收费卡口的信号配时及渠化，并且编制了相应的仿真控制程序，以实现排放收费方案。最后将控制程序接入基础路网，进行仿真运行，通过检测器获取断面交通流量。分析对比收费方案实施前后交通流量的变化，对两套收费方案进行评价。

根据第3章中所设计的问卷调查，提出了实施机动车排放收费的4种价格，分别是5元、10元、15元及20元。针对这4个收费价格，被调查者根据自己的情况选择了可承受的价位，即4个收费价位分别对应不同的选择进入收费区域的车辆比例，也就是在收费卡口位置，车辆通过转向进入收费区域的比率不同。因此，在实施排放收费控制之后，对应不同的收费价格，选择进入收费区域的车型比例也不相同，即不同的收费价格会产生不同的影响。

相应的根据问卷调查关于收费价格的统计，在仿真中根据不同价格的统计比例，分别实施收费策略，以获取实施收费策略之后产生的影响。为此，排放收费仿真分析流程图如下图6.1所示。

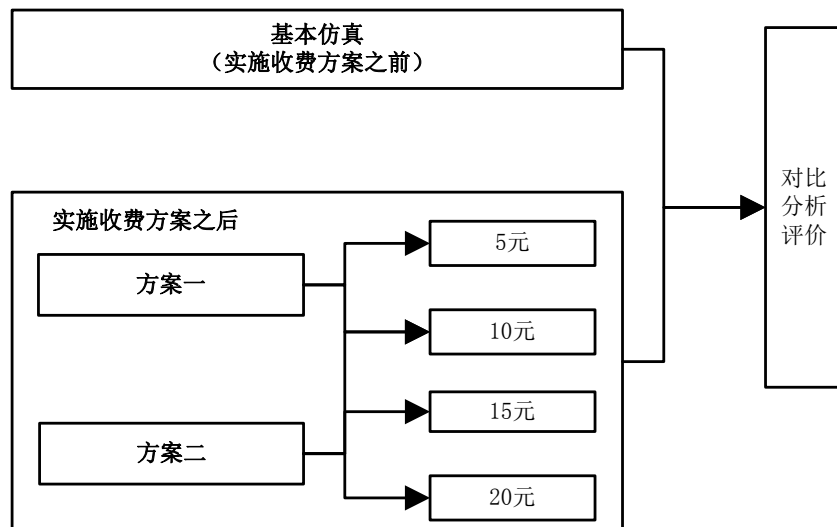


图 6.1 排放收费仿真分析流程图

在仿真路网中，一共放置了 37 个检测器用于计数道路的断面交通流量，通过对比不同情况下的断面交通流量变化，来定量的反应排放收费控制策略的影响。检测器放置的位置如下图 6.2 所示。

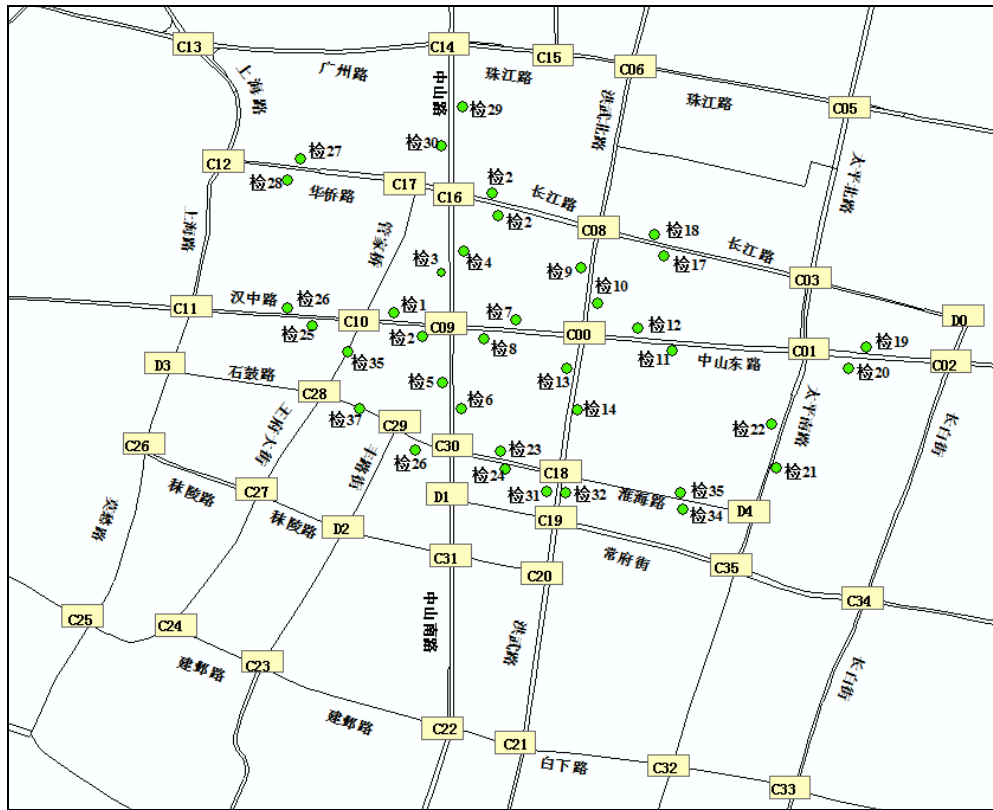


图 6.2 检测器点位图

在检测器点位示意图中，可以看出检测器几乎都布设在研究区域的中心区域。但在方案二的收费区域内，并不是每条道路都布设了检测器，例如路段 C19-D1、D2-C29 等，这是由于仿真中车辆的路径选择是根据最短路径原则，而有的路段在未实施收费方案之前，是没有车辆经过的。这意味着，在实施收费之前的仿真，该路段的仿真情况与现实有差异。基于这点的考虑，这样的路段尽量不作为分析的路段。并且设置检测器的路段，尽量靠近标定点位。

针对不同的收费方案，检测器的位置信息如下表所示。方案一的收费区域较小，而方案二的收费区域较大。并且仿真得到的原始数据，包括：未实施收费方案之前，实施收费方案一，以及实施收费方案二的仿真结果，分别见附录 3~5。

表 6.1 检测器区域位置信息

分析区域	方案一（检测器编号）	方案二（检测器编号）
区域内	D1—14	D1—14
		D23—24
		D31—37
区域外	D15—37	D15—22
		D25—30

6.2 收费方案一仿真结果分析

机动车排放收费方案一的实施，将会对收费区域内外的交通产生影响。为了定量的分析这种影响，是通过整体流量变化的情况来反应。而交通流量是通过检测器的计数获得的，检测器的位置如图 6.2 所示。具体每一个检测器在实施收费方案前后的流量变化情况见附录 6。

6.2.1 整体流量变化

机动车排放收费方案一在仿真实验之后，4 种不同的收费价格分别产生不同的交通影响，这主要体现在收费区域内外交流量的变化上。通过比较收费区域内外交流量的变化，反应不同收费价格所产生的影响。具体的收费区域内外交流量变化情况，如下图 6.3 和图 6.4 所示。

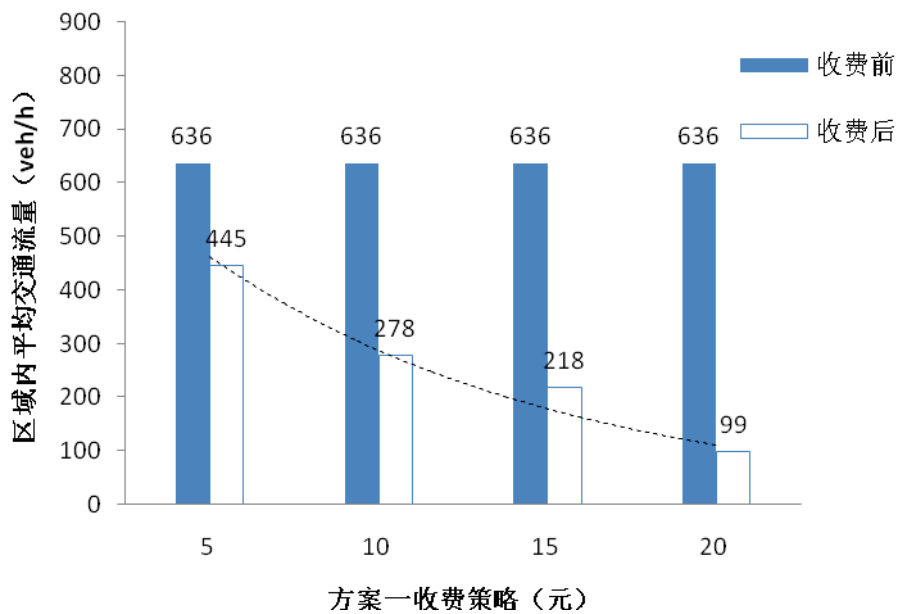


图 6.3 方案一收费区域内平均流量变化

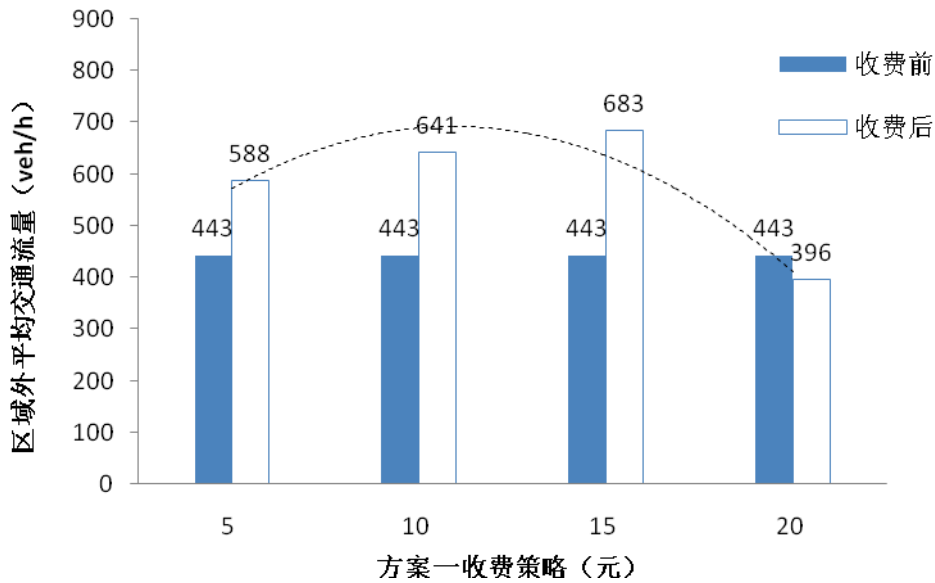


图 6.4 方案一收费区域外平均流量变化

可以看出，随着收费价格的提高，收费区域内的平均交通流量逐渐减少，同时收费区域外的平均交通流量随价格的提高逐渐增加，当收费价格为 20 元时，收费区域外的平均交通流量反而呈现减少。这是由交通流量-密度之间的关系决定的，从交通工程的角度来看，交通流量-密度的关系如下图 6.5 所示。

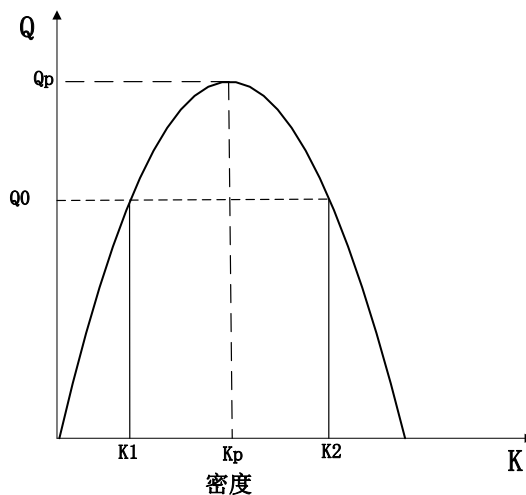


图 6.5 流量-密度关系

由上图的交通流量-密度的关系图可以看出，当车流密度小于最佳车流密度 (K_p) 时，车流处于自由行驶状态，交通流量没有达到最大值，随着密度逐渐增加。交通流量也随之增加；当车流密度接近或等于最佳车流密度时，车流出现车队跟驰现象，车速收到限制。各种车辆接近某一车速等速行驶，交通流量将要达到最大值；当车流密度大于最佳密度时，车流处于拥挤状态，由于车流密度逐渐增大，车速和交通流量同时降低，交通发生阻塞。在实际的仿真情况中，同一个交通流量值可能对应两种不同的车流密度，一种是车流处于自由行驶状态

(Q0-K1)，而另一种是车流处于拥堵状态 (Q0-K2)。因此，当收费费率为 20 元时，大量车辆选择不进入收费区而选择绕行，对收费区域外交通产生很大的影响，导致整体路网效率的降低。

为了更好的体现方案一中 4 种收费价格产生的影响，通过交通流量变化百分比，来反应收费区内交通流量的减少程度，以及收费区域外的交通流量增加程度，分别如下图 6.6 和图 6.7 所示。

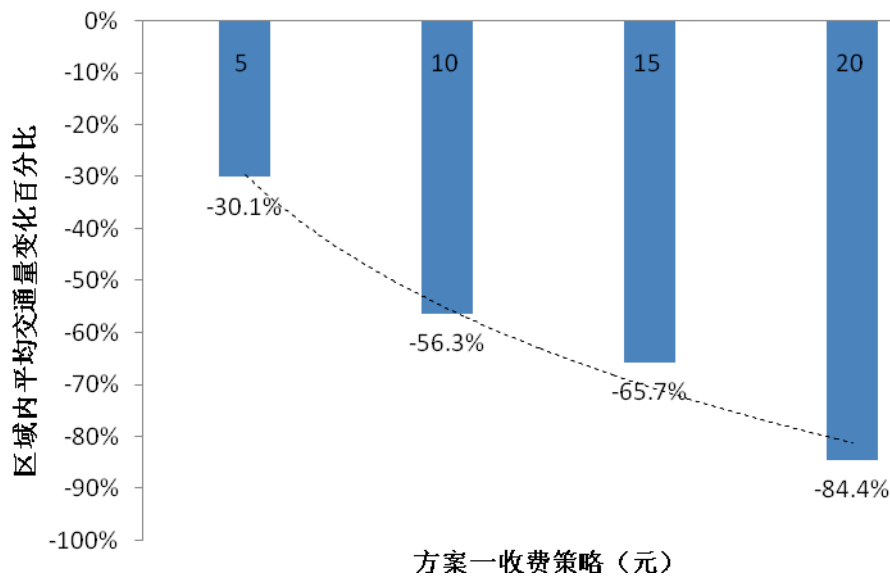


图 6.6 方案一收费区域内流量变化率

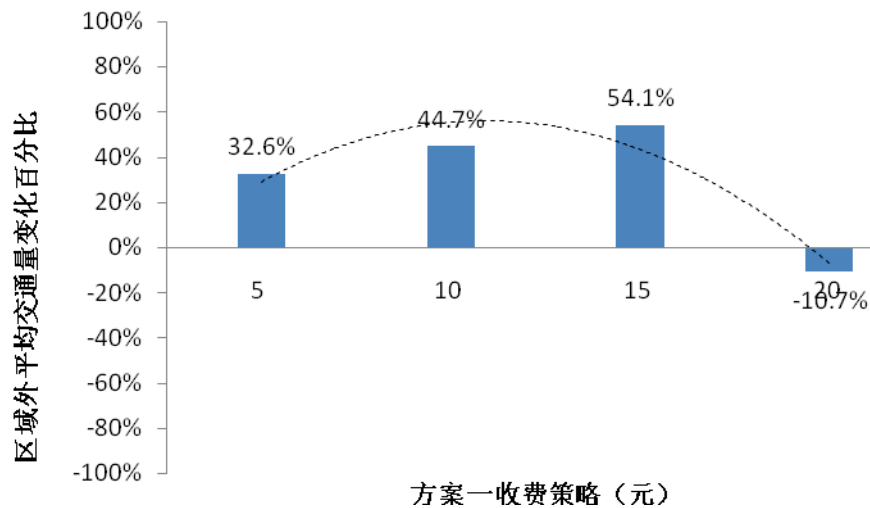


图 6.7 方案一收费区域外流量变化率

为了更详细的分析收费方案一产生的交通影响，除了比较收费区域内和收费区域外的交通流量变化，还需要考虑整个研究区域的交通流量变化，这三类信息的收集均是通过相应位置的检测器进行汇总统计的，其汇总的信息如下表 6.2 所

示。

表 6.2 方案一整体流量变化汇总

方案一	研究区域		收费区域内		收费区域外	
	总流量	变化率	总流量	变化率	总流量	变化率
未实施	19095		8903		10192	
5 元	19741	3.4%	6225	-30.1%	13516	32.6%
10 元	18636	-2.4%	3888	-56.3%	14748	44.7%
15 元	18763	-1.7%	3055	-65.7%	15708	54.1%
20 元	10485	-45.1%	1384	-84.5%	9101	-10.7%

从研究区域整个路网的总流量统计信息来看，收费价格为 5、10 元和 15 元时，对研究区域的路网总体流量影响不大。当收费价格为 20 元时，路网的总体流量受到很强烈的影响，其减少幅度达到了 45.1%。从收费区域内的流量变化情况来看，随着收费价格的增加，收费区域内的交通流量呈现逐渐减少的趋势。而从收费区域外的交通流量变化情况来看，在收费价格 5 元~15 元时，随着收费价格的增加，收费区域外的流量呈现逐渐增加的趋势。而当收费价格为 20 元时，其流量反而减少了 10.7%。

从方案一的仿真实验分析来看，随着价格的增长，研究区域以及收费区域内外的总体交通流量变化，呈现不同的趋势。通过这三类统计信息的比较分析，可以得到以下两个结论：

- (1) 收费价格为 20 元时，所产生的排放限行效果是过于严厉的。首先，对整个研究区域而言，45.1%的交通流量减少程度已经直接影响到研究区域正常的交通运行。收费区域内的流量减少程度高达 84.5%，同时收费区域外的交通流量也呈现减少的趋势。通过交通流量-密度关系的分析，收费区域外的这种减少趋势，是由于十分拥堵的交通状况引起的。
- (2) 收费价格为 15 元时，产生的排放限行效果最佳。最佳机动车排放限行效果主要由两个因素决定，一是保证路网的总体流量较实施收费之前是不变的或变化最小；二是最大程度的减少收费区域内的交通流量。基于这两个判断指标，收费价格为 15 元时，研究区域总体的流量变化最小（-1.7%），同时又能有效减少收费区域内的交通流量，其减少程度达到 65.7%。

6.2.2 最优收费价格

从方案一中 4 种不同收费价格产生的交通影响来看，15 元的收费价格是最优的，既能保证研究区域路网的交通流量尽可能的不变，又能有效减少收费区域内的交通流量，由此产生的交通流量控制效果，是比较理想的。

在此，详细列出实施收费策略前后收费区域内的交通流量信息，分别如下表 6.3 和表 6.4 所示。

表 6.3 收费区域内交通流量信息（未实施）

检测器 编号	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	31	7	5	29	10	641	10	26	0	0	2	0	2	0	763
D2	0	17	14	5	31	2	996	5	22	0	0	0	2	2	0	1097
D3	0	34	7	2	31	2	511	0	10	0	0	0	0	0	0	598
D4	0	34	7	2	14	10	475	0	5	0	0	2	0	0	0	550
D5	0	53	14	7	34	7	1078	5	19	0	0	0	0	7	0	1224
D6	0	62	17	10	26	12	893	5	19	0	0	5	0	5	0	1054
D7	0	5	2	0	7	0	240	2	5	0	0	2	0	2	0	266
D8	0	10	2	2	26	2	653	2	12	0	0	0	2	0	0	713
D9	0	5	2	0	19	2	348	0	5	0	0	2	0	0	0	384
D10	0	17	24	2	17	0	600	5	17	0	0	5	2	5	0	694
D11	0	14	0	0	14	2	511	5	12	0	0	0	2	0	0	562
D12	0	19	12	2	0	2	439	5	17	0	0	2	0	7	0	506
D13	0	2	0	0	10	2	262	0	7	0	0	2	0	5	0	290
D14	0	0	5	0	7	0	178	0	10	0	0	2	0	0	0	202
合计	0	303	113	37	265	53	7825	44	186	0	0	24	8	35	0	8903

表 6.4 收费区域内交通流量信息（15 元）

检测 器 编号	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	2	5	7	0	197	0	10	0	0	0	0	2	0	226
D2	0	0	0	0	19	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	122
D3	2	7	10	0	43	2	144	0	2	0	0	0	0	0	0	211
D4	0	14	2	2	14	2	427	5	10	0	0	0	0	0	0	478
D5	2	7	10	0	50	2	187	0	5	0	0	0	0	0	0	264
D6	0	12	10	7	12	2	533	2	12	0	0	0	0	2	0	593
D7	0	2	0	2	5	0	58	0	5	0	0	0	0	0	0	72
D8	0	2	0	0	2	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	118
D9	0	5	7	0	10	0	211	2	2	0	0	0	0	2	0	240
D10	0	2	2	0	0	0	214	2	5	0	0	0	0	5	0	230
D11	0	2	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	89
D12	0	0	0	2	7	0	24	0	5	0	0	0	0	0	0	38
D13	0	2	7	0	7	0	154	0	2	0	0	0	0	2	0	175
D14	0	2	2	0	0	0	182	2	5	0	0	0	0	5	0	199
合计	4	59	52	18	176	8	2633	13	63	0	0	0	0	18	0	3055

为了后续进一步定量研究机动排放限行产生的减排效果，对于收费价格为 15 元的仿真实验过程，除了交通流量的统计之外，还增加了车辆地点车速的统计。由于车辆的排放是和车辆速度以及行驶里程直接相关，因此需要对收费区域内道

路长度信息进行统计，研究区域各路道的长度信息见图 4.3。为了后续进一步的定量计算减排效果，给出收费方案实施前后的车辆地点车速信息，见下表 6.5，并且该速度信息是由收费区域内的检测器统计得到的。

表 6.5 速度变化信息（10 元）

检测器编号	平均速度(km/h)		检测器编号	平均速度(km/h)	
	收费之前	收费之后		收费之前	收费之后
D1	30	42	D8	24	56
D2	23	50	D9	22	47
D3	20	52	D10	26	55
D4	53	46	D11	52	56
D5	48	52	D12	31	55
D6	46	48	D13	13	36
D7	36	59	D14	46	52

6.2.3 收费方案一小结

在收费方案一实施前后，从整个研究区域、收费区域内及收费区域外，这三个交通流量的变化比较情况来看，收费价格为 15 元时，能够在保证研究区域整体交通运行状况尽可能不变的前提下，有效地减少收费区域内的车流量，达到限制机动车尾气排放的目的。为了支持后续关于机动车尾气排放的研究，还统计了实施最优收费价格时，收费区域内各路段的平均地点车速。

6.3 收费方案二仿真结果分析

方案二的分析思路和方案一一致，为了定量的分析收费方案的实施所产生的影响，同样是通过整体流量变化情况进行分析。同时，交通流量信息也是通过检测器的计数获得的。而对具体的每一个检测器而言，实施收费方案前后，相应的详细流量变化情况见附录 7。

6.3.1 整体流量变化

在方案二仿真实施之后，4 种收费价格分别产生不同的交通影响，体现在收费区域内外交通流量的变化上。通过统计检测器采集到的收费区域内外平均车流量，反应不同收费价格产生的影响。具体的收费区域内外平均交通流量的变化情况，如下图 6.8 和图 6.9 所示。

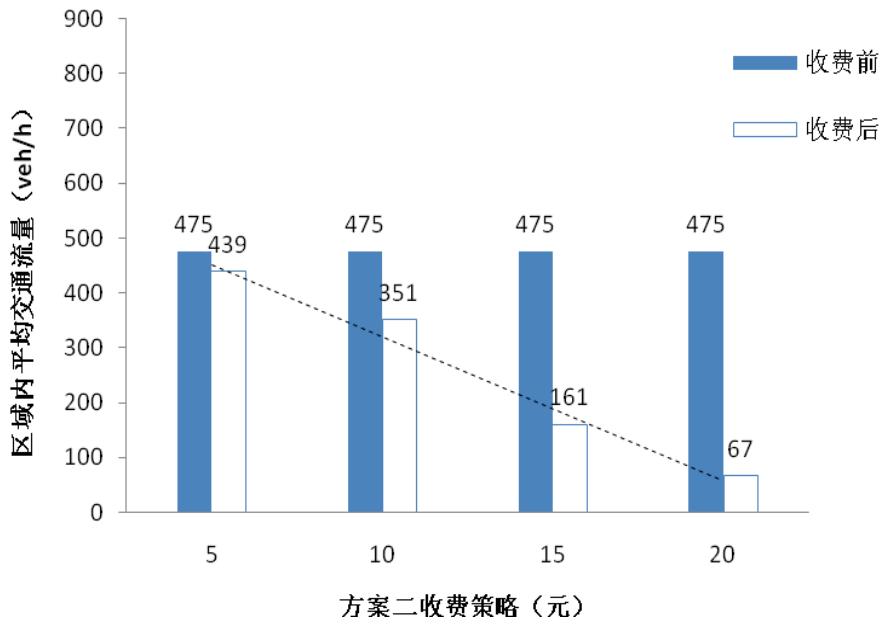


图 6.8 方案二分析区域内流量变化图

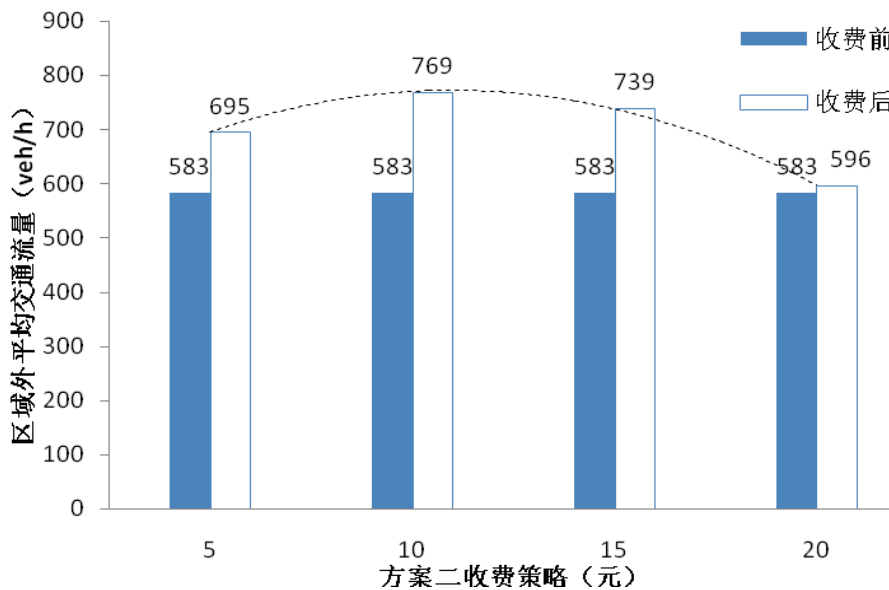


图 6.9 方案二分析区域外流量变化图

可以看出，随着收费价格的提高，收费区域内的平均交通流量逐渐减少。同时，收费区域外的平均交通流量增加幅度，在收费价格 10 元之后逐渐减小。当收费价格为 20 元时，几乎没有变化。同样的，这种收费区域外的平均交通流量变化，还是由交通流量-密度之间的关系所决定。虽然，收费价格为 20 元时，收费区域外的平均交通流量与收费之前几乎相同，但表现出来的交通状况却是截然不同的。收费之前，应该是较为通畅，而收费之后，则是呈现拥堵。

为了更好的体现方案二中 4 种价格实施前后的整体流量变化，通过流量变化百分比，比较收费区域内的流量变化情况，分别如图 6.10 和图 6.11 所示。

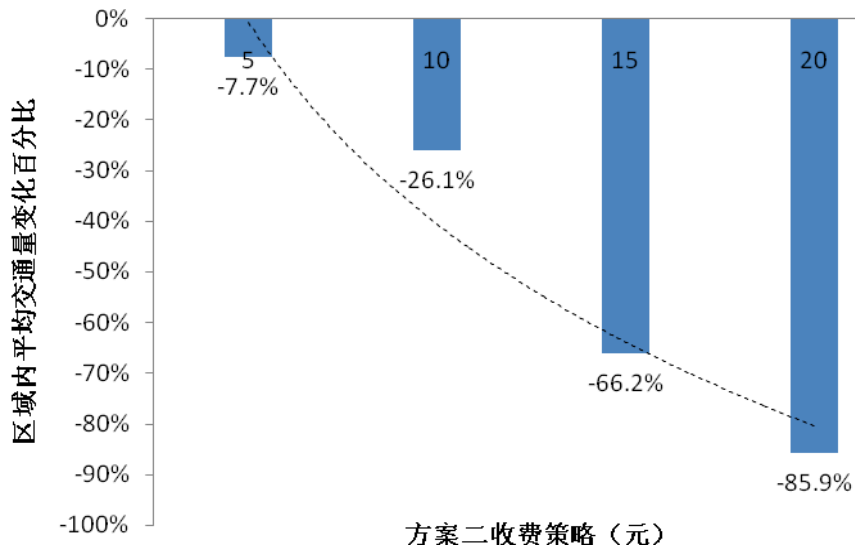


图 6.10 方案二分析区域内交通流量变化率

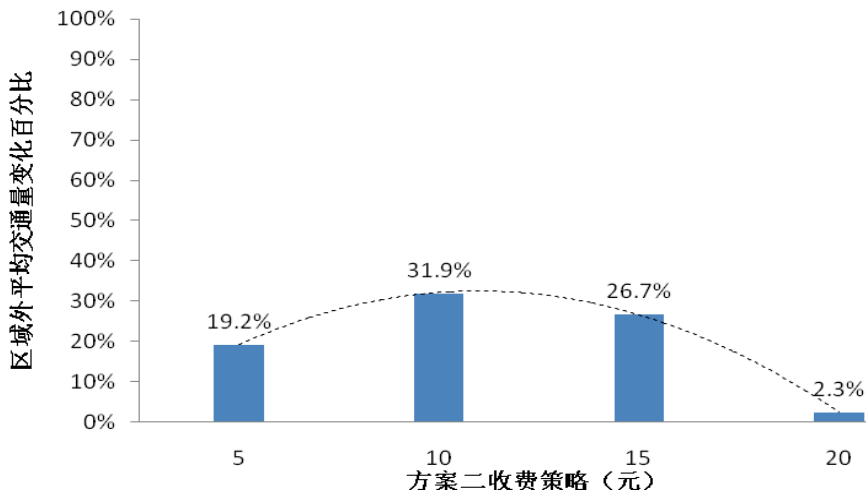


图 6.11 方案二分析区域外交通流量变化率

为了更详细的分析方案二的实施对路网整体的影响，同样汇总三类整体流量信息进行比较，包括整个研究区域、收费区域内及收费区域外的交通流量信息，这三类信息的收集是通过相应位置的检测器进行汇总统计的，如下表 6.6 所示。

表 6.6 方案二的整体流量变化汇总

方案二	研究区域		收费区域内		收费区域外	
	总流量	变化率	总流量	变化率	总流量	变化率
未实施	19095		10935		8160	
5 元	19826	3.8%	10094	-7.7%	9732	19.3%
10 元	18841	-1.3%	8075	-26.2%	10766	31.9%
15 元	14040	-26.5%	3698	-66.2%	10342	26.7%
20 元	7617	-60.1%	1224	-88.8%	6393	-21.7%

从整个路网的总流量的统计信息来看，收费价格为 5 元和 10 元时，收费对研究区域的总体流量影响不是太大，而 15 元和 20 元的收费价格，对研究区域产生的影响比较大，尤其是 20 元的收费价位，总流量减少量高达 60.1%。从收费区域内的流量变化情况来看，随着收费价格的增加，收费区域内的交通流量呈现逐渐减少的趋势，表明，排放收费政策让一些车辆选择绕行，导致收费区域内流量降低。从收费区域外的交通流量变化情况来看，在收费价格 5 元~15 元时，收费区域外交通流量均出现增长，而收费价格 20 元，则由于产生严重交通拥堵而导致了流量的减少，减少超过 20%。

从方案二仿真实验的整体流量变化情况来看，随着价格增长，研究区域以及收费区域内外的总体交通流量变化，呈现不同的趋势。通过这三类统计信息的比较分析，可以得到以下两个结论：

- (1) 收费价格为 15 元和 20 元时，产生的排放限行效果是比较严厉的。15 元的收费价格，虽然能使收费区域内的交通流量有效减少，减少幅度达到 66.2%，但收费区域外的交通流量只增加了 26.7%，这使得整个研究区域的交通运行受到影响。对于 20 元的收费价格而言，这种变化趋势更为明显，整个研究区域的交通流量减少高达 60.1%，虽然收费区域内的交通流量得到了十分有效的控制，但是收费区域外交通流量减少 21.7%所体现的交通状况则是十分拥堵的。
- (2) 收费价格为 10 元时，产生的排放限行效果是最佳的。同样的，最佳机动车排放限行效果主要由两个因素决定，一是保证路网的总体流量较实施收费之前是不变的或变化最小；二是最大程度的减少收费区域内的交通流量。基于这两个判断指标，收费价格为 10 元时，研究区域总体的流量变化最小（-1.3%），同时又能有效减少收费区域内的交通流量，其减少程度达到 26.2%。

6.3.2 最优收费价格

从方案二中 4 种不同收费价格产生的交通影响来看，10 元的收费价格是最优的，既能保证研究区域路网的交通流量尽可能的不变，又能有效减少收费区域内的交通流量，由此产生的交通流量控制效果，是比较理想的。

在此，详细列出实施收费策略前后收费区域内的交通流量信息，分别如下表 6.7 和表 6.8 所示。

表 6.7 收费区域内交通流量信息（未实施）

检测器 编号	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	31	7	5	29	10	641	10	26	0	0	2	0	2	0	763
D2	0	17	14	5	31	2	996	5	22	0	0	0	2	2	0	1097
D3	0	34	7	2	31	2	511	0	10	0	0	0	0	0	0	598
D4	0	34	7	2	14	10	475	0	5	0	0	2	0	0	0	550
D5	0	53	14	7	34	7	1078	5	19	0	0	0	0	7	0	1224
D6	0	62	17	10	26	12	893	5	19	0	0	5	0	5	0	1054
D7	0	5	2	0	7	0	240	2	5	0	0	2	0	2	0	266
D8	0	10	2	2	26	2	653	2	12	0	0	0	2	0	0	713
D9	0	5	2	0	19	2	348	0	5	0	0	2	0	0	0	384
D10	0	17	24	2	17	0	600	5	17	0	0	5	2	5	0	694
D11	0	14	0	0	14	2	511	5	12	0	0	0	2	0	0	562
D12	0	19	12	2	0	2	439	5	17	0	0	2	0	7	0	506
D13	0	2	0	0	10	2	262	0	7	0	0	2	0	5	0	290
D14	0	0	5	0	7	0	178	0	10	0	0	2	0	0	0	202
D23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D24	2	26	7	7	14	2	338	2	7	0	0	2	0	0	0	410
D31	0	2	0	0	2	0	98	2	7	0	0	0	0	5	0	118
D32	0	2	7	0	7	0	230	0	12	0	0	0	0	0	0	259
D33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D34	0	24	7	0	24	0	571	12	14	0	0	7	0	2	0	662
D35	0	31	2	5	10	2	509	2	17	0	0	0	2	2	0	583
D36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	2	388	136	49	322	57	9571	62	243	0	0	33	10	44	0	10935

表 6.8 收费区域内交通流量信息（10 元）

检测器 编号	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	2	0	10	0	214	0	2	0	0	0	0	0	0	230
D2	0	2	2	7	19	2	216	0	0	0	0	0	2	0	0	252
D3	0	17	2	0	34	2	298	2	10	0	0	0	0	2	0	367
D4	0	10	5	7	12	0	216	0	5	0	0	2	0	0	0	257
D5	0	14	5	0	36	2	331	2	10	0	0	0	2	2	0	406
D6	0	14	2	2	7	0	528	0	14	0	0	2	0	0	0	571
D7	0	0	0	0	5	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	96
D8	0	12	5	2	10	0	389	0	5	0	0	2	2	0	0	427
D9	0	12	5	2	7	0	406	5	7	0	0	2	0	2	0	449
D10	0	12	0	0	7	0	204	0	12	0	0	0	0	0	0	235
D11	0	14	5	2	12	0	449	0	5	0	0	5	0	5	0	497

D12	0	2	0	0	12	0	72	0	2	0	0	0	0	0	89
D13	0	14	7	2	7	0	379	2	10	0	0	2	0	2	427
D14	0	7	0	0	2	0	132	0	10	0	0	0	0	0	151
D23	0	0	0	0	0	0	58	0	2	0	0	0	0	0	60
D24	0	10	0	5	0	2	29	0	2	0	0	0	0	0	48
D31	0	34	10	2	19	0	389	5	7	0	0	0	0	0	466
D32	0	12	0	0	12	0	262	2	10	0	0	0	0	2	300
D33	0	0	0	0	0	0	60	0	2	0	0	0	0	0	62
D34	0	7	2	2	10	0	190	0	2	0	0	0	2	2	218
D35	0	19	2	7	14	2	1332	7	26	0	0	0	0	12	1423
D36	0	10	2	5	0	0	410	0	7	0	0	0	0	0	434
D37	0	19	0	2	0	0	571	0	12	0	0	0	0	5	610
合计	0	243	56	47	235	10	7226	25	162	0	0	15	8	34	8075

为了后续进一步定量研究机动排放限行产生的减排效果，对于收费价格为 10 元的仿真过程，除了交通流量的统计之外，还增加了车辆地点车速的统计，研究区域各路道的长度信息见图 4.3。为了后续进一步的定量计算减排效果，给出收费方案实施前后的车辆地点车速信息，见下表 6.9，并且该速度信息是由收费区域内的检测器统计得到的。

表 6.9 速度变化信息（10 元）

检测器编号	平均速度 (km/h)		检测器编号	平均速度 (km/h)	
	收费之前	收费之后		收费之前	收费之后
D1	30	46	D12	31	9
D2	23	47	D13	13	19
D3	20	46	D14	46	40
D4	53	49	D23		50
D5	48	52	D24	17	42
D6	46	54	D31	39	20
D7	36	52	D32	39	44
D8	24	53	D33		33
D9	22	36	D34	18	55
D10	26	53	D35	34	43
D11	52	56	D36		34

6.3.3 收费方案二小结

在收费方案二实施前后，从整个研究区域、收费区域内及收费区域外，这三个交通流量的变化比较情况来看，收费价格为 10 元时，能够在保证研究区域整体交通运行状况尽可能不变的前提下，有效地减少收费区域内的车流量，达到限制机动车尾气排放的目的。为了支持后续关于机动车尾气排放的研究，还统计了实施最优收费价格时，收费区域内各路段的平均地点车速。

6.4 收费方案比较及评价

从两套收费方案不同的收费价格所产生的影响来看，最优的收费是通过分析研究区域及收费区域内的交通流量变化而得到的。两套收费方案仿真实验结果的汇总信息如下表 6.10 所示。

表 6.10 收费方案仿真实验分析的结果汇总

方案	研究区域		收费区域内		收费区域外		
	总流量	变化率	总流量	变化率	总流量	变化率	
	未实施	19095	8903		10192		
方案一 (范围较小)	5 元	19741	3.40%	6225	-30.10%	13516	32.60%
	10 元	18636	-2.40%	3888	-56.30%	14748	44.70%
	15 元	18763	-1.70%	3055	-65.70%	15708	54.10%
	20 元	10485	-45.10%	1384	-84.50%	9101	-10.70%
	未实施	19095	10935		8160		
方案二 (范围较大)	5 元	19826	3.80%	10094	-7.70%	9732	19.30%
	10 元	18841	-1.30%	8075	-26.20%	10766	31.90%
	15 元	14040	-26.50%	3698	-66.20%	10342	26.70%
	20 元	7617	-60.10%	1224	-88.80%	6393	-21.70%

从机动车尾气减排的角度来看，方案一最优收费价格的实施效果要好于方案二最优收费价格。虽然在最优收费价格下，两种方案均能有效减少收费区域内的交通流量，但就车流量减少的绝对值而言，方案一收费区域内减少了车辆 5848 辆，而方案二收费区域内车辆的减少量较少，为 2860 辆。由此可见，收费方案一拥有更好的机动车尾气减排效果。

同时，较为合理的收费方案产生的交通影响，应该包括三个方面，一是研究区域总体流量应该保持不变或变化最小，二是收费区域内的交通流量最大程度的减少，三是收费区域内交通流量的增加程度和收费区域外流量的减少程度，应该相等。根据前文的分析结果，两套收费方案的最优收费价格是不同的，可见在保持区域交通不受到太大影响的前提下，相对区域范围较大的收费方案二而言，区域范围较小的收费方案一能够承受较高的收费价格。因此，根据这一特点，可采用分级收费的方案，对不同的收费区域，实施不同的收费价格。为此，需要对收费区域进行等级划分，不同的区域等级对应不同的价格。具体而言，就是对较小的核心区域实施较高的收费价格，并且由该较小的收费区域逐渐向外扩张的同时，划定范围更大且收费价格更低的收费区域，以此类推，形成收费区域层、收费价格递减的收费方案。

6.5 收费方案减排评价

不同的收费方案，将直接影响收费区内的车流量。以下对仿真方案一和仿真方案二（按照 10 元收费价格）进行污染减排效果评估。

方案一：收费区域如图 4.4 所示，其中收费区边界周长 3.96km，区内道路总长度 6.89km，覆盖面积 0.85km²。

方案二：收费区域如图 4.5 所示，其中收费区边界周长 4.87km，区内道路总长度 10.19km，覆盖面积 1.70 km²。

表 6.11 收费区域内车流及车速变化信息（10 元）

仿真方案	平均速度			总车流量		
	收费之前 (km/h)	收费之后 (km/h)	变化率 %	收费之前 (辆/h)	收费之后 (辆/h)	变化率 %
方案一	33	48	45.5	8903	3888	56.3
方案二	32	42	31.3	10935	8075	26.2

根据仿真方案研究的区域道路行车特征，选用便于本地化处理的机动车排放 IVE 模式进行减排评价。该模式由加州大学河边分校工程学院环境研究与技术中心（CE-CERT）、全球可持续体系研究组织（CSSR）和国际可持续研究中心（ISSRC）共同开发。按照模式要求输入车队信息、车辆技术类型分布、车辆启动基本情况和比功率（VSP）分布等基本参数后，得到两个仿真方案实施前后的污染物排放变化情况。

表 6.12 仿真收费区内昼间小时机动车污染物排放变化

仿真方案	减排指标	CO	VOC	NO _x	PM
方案一	实施前 (kg/h)	194.4	23.93	54.26	0.77
	实施后 (kg/h)	70.64	8.25	16.62	0.26
	削减率%	63.7	65.5	69.4	66.2
方案二	实施前 (kg/h)	357.57	44.24	101.41	1.43
	实施后 (kg/h)	218.47	25.77	53.33	0.81
	削减率%	38.9	41.7	47.4	43.4

结果表明：如果执行方案一，能够使区内机动车各类污染物排放大幅度削减 63.7%~69.4%，但覆盖区域面积较小；如果执行方案二，能够扩大 1 倍的控制区域，减排幅度下降到 38.9%~47.4%。因此，如果从城市整体拥堵收费政策制定来看，制定和建立以中心区域向外延展的层次化的拥堵收费区域，将更符合整个城市的治理拥堵和削污减排。

6.6 本章小结

通过研究对比检测器统计到的交通流量信息，得到了两套收费方案的最优收

费方案，其中方案一最优的收费价格为 15 元，而方案二最优的收费价格是 10 元，使得在保证有效减少收费区域内车流量的同时，保持研究区域的整体路网受到的影响最小。同时，根据两个收费区域方案的比较，提出了分级收费的方案。

7. 小结

机动车排放收费是减少城市机动车排放水平的可行方案之一。机动车排放收费是对行驶在城市道路上的车辆进行收费限行控制，以实现城市交通流的控制，从而达到降低城市收费区内机动车排放水平的目的。目前，英国、瑞典、新加坡和美国等发达国家，已针对交通拥堵状态，在部分城市实施了拥堵收费政策，取得了不错的效果。这为我国发展城市交通，提供了一个新的思路。

为了分析机动车排放收费策略产生的交通影响，本研究从三方面开展研究工作。首先，为了深入的研究机动车排放收费策略的交通影响，必须要了解民众特别是机动车驾驶员在实施机动车排放收费之后，是否会改变原有的出行意向。为此，对机动车驾驶员进行了排放收费的问卷调查。其次，根据南京市实际的交通状态，选择交通较为拥堵的区域作为研究背景区域，并在此基础之上，拟定机动车排放收费区域。同时提出机动车排放收费策略的设计原则，并根据具体的收费区域，给出相应的收费方案。然后，根据给出的收费方案，在微观交通仿真平台上，进行仿真实验分析。通过对比机动车排放收费方案实施前后的交通流量变化，定量分析机动车排放收费所产生的交通影响。通过上述分析，可得到如下结论：

(1) 意向调查结果表明，随着收费费率的增加，驾驶员选择绕开收费限行区域的倾向越明显。特别的，根据问卷调查结果，当收费费率为 10 元时，驾驶员的行为选择是一个比较明显的变化点，因此，10 元费率应该是收费的一个敏感价格。

(2) 仿真实验实施的效果表明，本研究所提出来的针对关键卡口的排放收费控制策略和原则是可行的，即主要针对限行区域的关键交叉口，通过渠化交通和信号控制等手段实现限行收费的实施，可以实现机动车排放收费策略的应用。

(3) 仿真实验的结果分析表明，收费区域内部的交通流量将随着收费价格的增加而减少，表明收费可降低收费区域的机动车排放水平。

(4) 在保持总体路网运行效率稳定的前提下，不同范围的收费区域可以承受不同水平的收费价格，具体而言，本研究中的收费区域一可以承受 15 元的收费价格，而收费区域二则可以承受 10 元的收费价格，因此，本研究建议分级收费的收费方案，即对不同等级范围的收费区域，实行不同的收费价格，以达到更优的交通运行状态。

在本研究的基础之上，利用微观交通仿真技术的优势，可以建立基于城市交叉口和路段微观机动车活动水平的机动车排放模型，以交叉口和路段为分析单元构建机动车排放模型，实现实时的、精确的、较大范围内的机动车排放检测或模

拟，实现交通仿真技术和机动车排放控制的结合，为研究和改善城市空气环境提供一个新的视角。

8. 政策展望

近年来，机动车迅猛发展给南京市动静态交通带来严峻压力，主城区尤其是老城区“行车难、停车难、乘车难、行路难”等问题日趋严重，主城交通点线拥堵呈现常态化特征，拥堵范围由老城逐年外延。未来南京正面临交通基础设施逐渐完善，道路扩容空间的日趋减少，交通设施提升难度日趋增加等问题，城市交通管理也将从满足交通需求向建管并驱的发展模式转变。

目前，南京市正在开展新一轮的南京交通发展白皮书综合研究，在继续推进公交优先发展的同时，积极探索交通拥堵的控制措施，依托车辆电子卡的广泛应用，会商拥堵收费政策的可行性，引导车主减少驾车出行，改善城市重点区域交通环境。

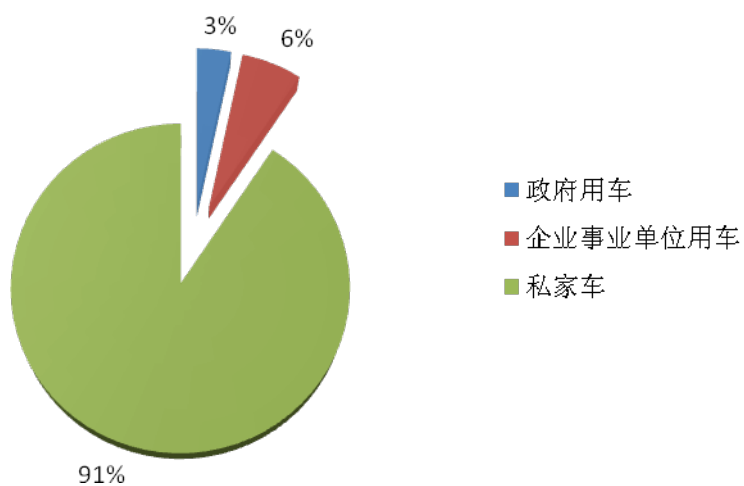
参考文献

- [1] 环境与交通工程组. 交通与环境. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- [2] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2012 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [3] 郑亚莉. 澳门机动车排放综合控制决策系统研究[D]. 清华大学, 2013.
- [4] 南京市城市与交通规划设计研究院. 2013 年南京市交通年报, 2013.
- [5] 中华人民共和国环境保护部. 中国机动车污染防治年报, 2013.

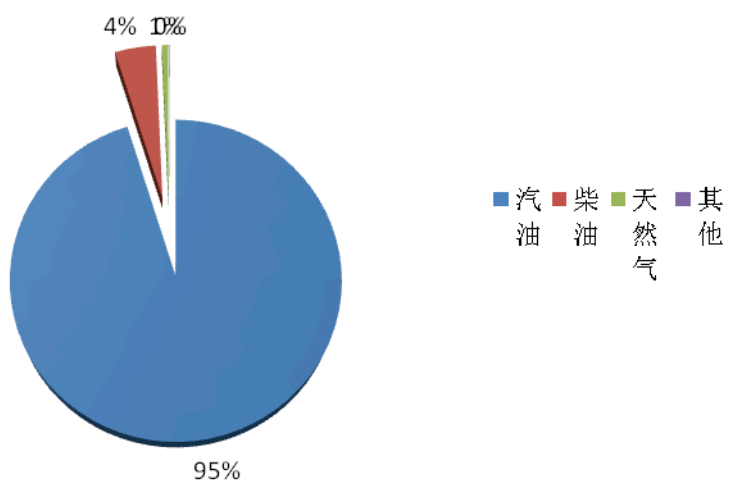
附录

附录 1 车辆组成情况

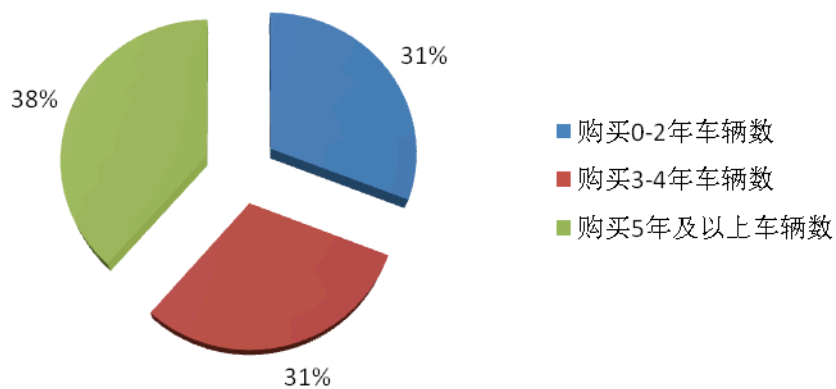
附录 1 给出了问卷调查中车辆的详细组成情况。



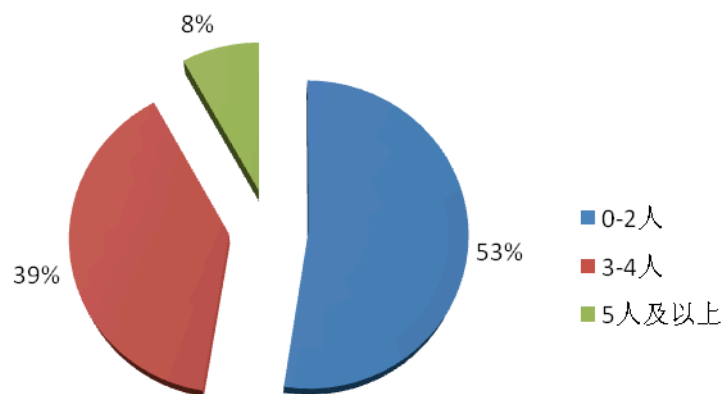
附 1.1 调查车辆类型



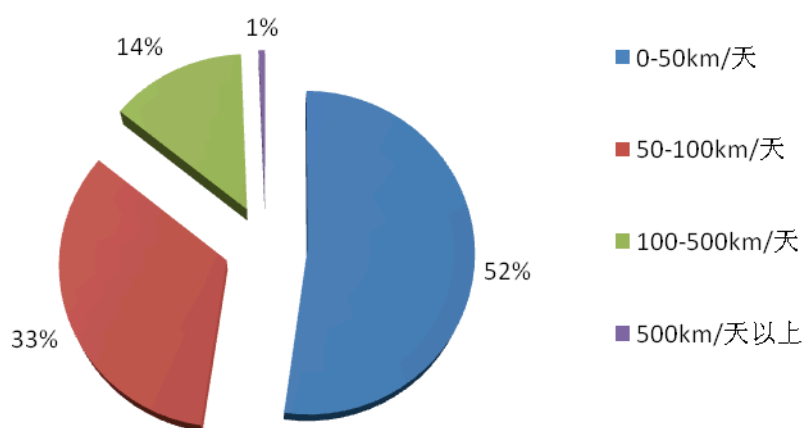
附 1.2 调查车辆燃料类型比例



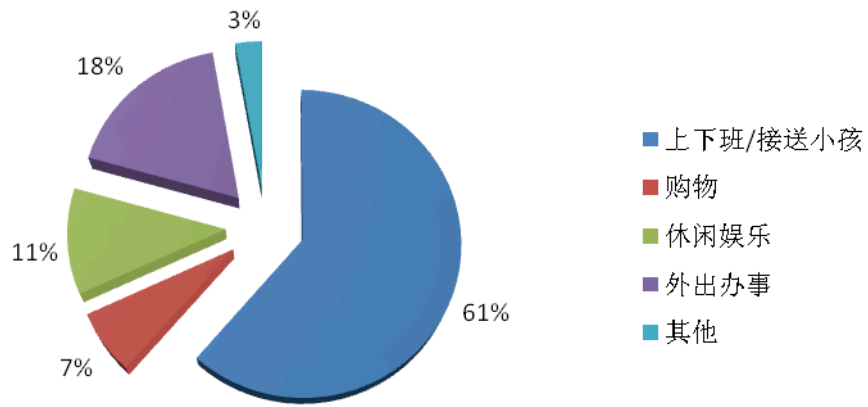
附 1.3 车辆购买年限比例



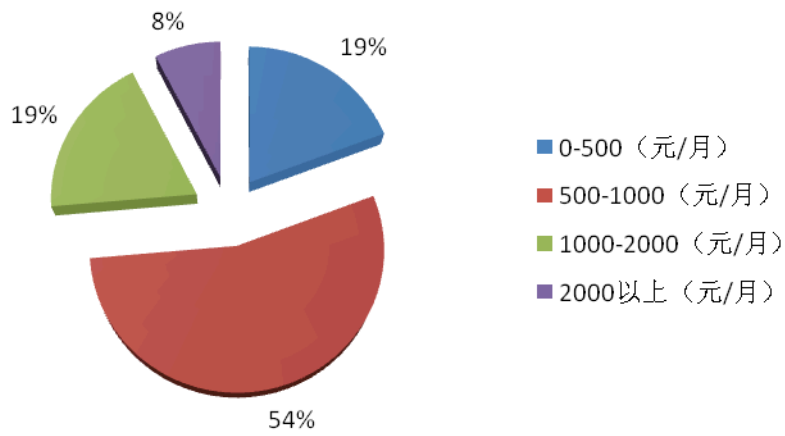
附 1.4 车辆乘坐人数比例



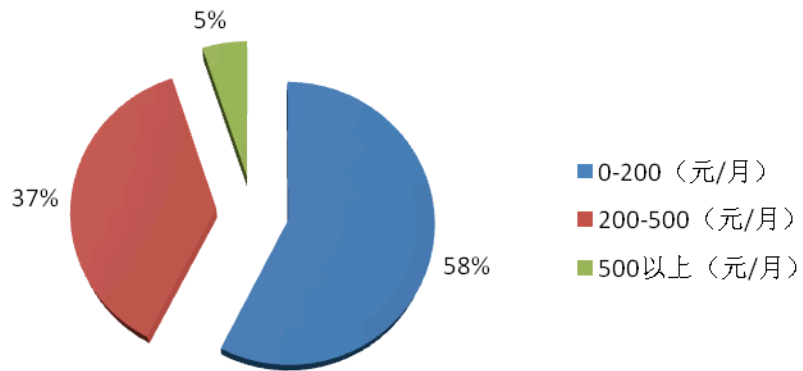
附 1.5 车辆行驶里程情况



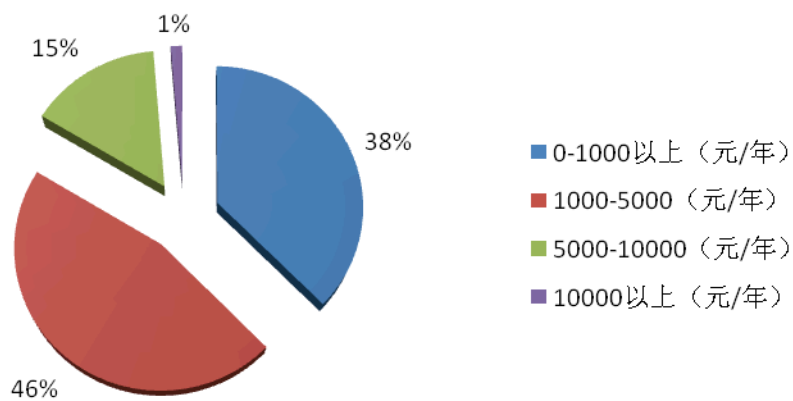
附 1.6 车辆主要出行目的



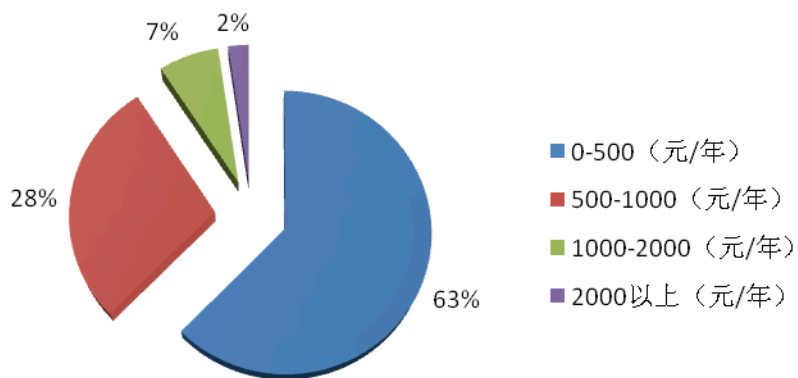
附 1.7 调查车辆油费情况



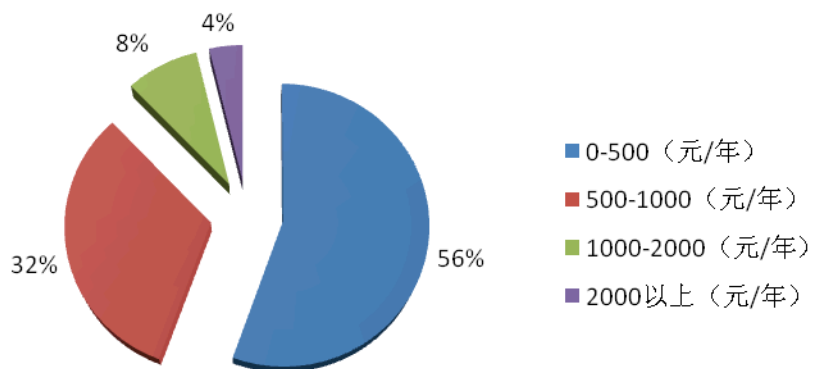
附 1.8 调查车辆停车费情况



附 1.9 调查车辆维修养护情况



附 1.10 调查车辆违章罚款情况



附 1.11 调查车辆过路过桥费情况

附录 2 各车型转向数据

附录 2 详细给出了在问卷调查中，关于选项“在交通拥堵的时间和区域，如早晚高峰的城东干道等，您认为收取多少过路费有可能让车主自驾车出行： A.5 元/次 B.10 元/次 C.15 元/次 D.20 元/次 E.其它（请注明）”的统计信息。其中，选择进入收费区比例，即是接受收费方案车辆的比例。

附表 2.1 车辆转向比例数据（收费 5 元）

车型	选择进入收费区比例 (%)	样本量	占调查车辆比重 (%)
B1	77.4		
H1	77.4	31	1.57
Z1	77.4		
H2	78.3		
Z2	78.3	23	1.16
Z3	78.3		
H3	93.3		
Z5	93.3	15	0.76
Z7	93.3		
K1	--	缺少调查样本	--
K2	100	21	1.06
K3	83.3		
K4	83.3		
Q1	83.3	1883	95.3
Q2	83.3		

附表 2.2 车辆转向比例数据（收费 10 元）

车型	选择进入收费区比例 (%)	样本量	占调查车辆比重 (%)
B1	64.5		
H1	64.5	31	1.57
Z1	64.5		
H2	69.6		
Z2	69.6	23	1.16
Z3	69.6		
H3	53.3		
Z5	53.3	15	0.76
Z7	53.3		
K1	--	缺少调查样本	--
K2	90.5	21	1.06
K3	53.6		
K4	53.6		
Q1	53.6	1883	95.3
Q2	53.6		

附表 2.3 车辆转向比例数据（收费 15 元）

车型	选择进入收费区比例 (%)	样本量	占调查车辆比重 (%)
B1	29.0		
H1	29.0	31	1.57
Z1	29.0		
H2	52.2		
Z2	52.2	23	1.16
Z3	52.2		
H3	46.7		
Z5	46.7	15	0.76
Z7	46.7		
K1	--	缺少调查样本	--
K2	76.2	21	1.06
K3	28.2		
K4	28.2		
Q1	28.2	1883	95.3
Q2	28.2		

附表 2.4 车辆转向比例数据（收费 20 元）

车型	选择进入收费区比例 (%)	样本量	占调查车辆比重 (%)
B1	9.7		
H1	9.7	31	1.57
Z1	9.7		
H2	13.0		
Z2	13.0	23	1.16
Z3	13.0		
H3	0		
Z5	0	15	0.76
Z7	0		
K1	--	缺少调查样本	--
K2	14.3	21	1.06
K3	4.3		
K4	4.3		
Q1	4.3	1883	95.3
Q2	4.3		

附录 3 收费方案实施前流量

附录 3 详尽汇总了未实施收费方案时，检测器统计到的各车型流量信息。

附表 3.1 检测器检测的各车型流量表(未实施收费方案)

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	31	7	5	29	10	641	10	26	0	0	2	0	2	0	763
D2	0	17	14	5	31	2	996	5	22	0	0	0	2	2	0	1097
D3	0	34	7	2	31	2	511	0	10	0	0	0	0	0	0	598
D4	0	34	7	2	14	10	475	0	5	0	0	2	0	0	0	550
D5	0	53	14	7	34	7	1078	5	19	0	0	0	0	7	0	1224
D6	0	62	17	10	26	12	893	5	19	0	0	5	0	5	0	1054
D7	0	5	2	0	7	0	240	2	5	0	0	2	0	2	0	266
D8	0	10	2	2	26	2	653	2	12	0	0	0	2	0	0	713
D9	0	5	2	0	19	2	348	0	5	0	0	2	0	0	0	384
D10	0	17	24	2	17	0	600	5	17	0	0	5	2	5	0	694
D11	0	14	0	0	14	2	511	5	12	0	0	0	2	0	0	562
D12	0	19	12	2	0	2	439	5	17	0	0	2	0	7	0	506
D13	0	2	0	0	10	2	262	0	7	0	0	2	0	5	0	290
D14	0	0	5	0	7	0	178	0	10	0	0	2	0	0	0	202
D15	2	5	5	2	2	0	245	0	2	0	0	0	0	7	0	271
D16	0	14	2	0	5	2	259	0	2	0	0	0	0	2	0	288
D17	0	14	2	0	5	2	348	0	7	0	0	0	0	0	0	379
D18	2	12	2	2	10	2	151	2	2	0	0	0	0	0	0	187
D19	2	38	14	5	24	2	1111	14	26	0	0	2	0	7	0	1248
D20	0	5	0	0	14	2	288	2	5	0	0	0	0	0	0	317
D21	0	5	5	0	12	0	139	2	5	0	0	0	0	0	0	168
D22	0	7	7	2	2	0	583	2	10	0	0	0	0	2	0	617
D23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D24	2	26	7	7	14	2	338	2	7	0	0	2	0	0	0	410
D25	0	26	14	5	22	7	886	12	19	0	0	2	0	0	0	994
D26	0	36	10	7	29	12	643	7	31	0	0	0	0	5	0	780
D27	0	26	12	0	12	2	595	0	17	0	0	2	0	5	0	672
D28	0	50	19	2	17	5	943	2	17	0	0	2	2	0	2	1063
D29	2	29	2	2	12	5	535	2	5	0	0	2	2	10	0	610
D30	0	12	10	0	26	2	499	0	12	0	0	0	0	5	0	566
D31	0	2	0	0	2	0	98	2	7	0	0	0	0	5	0	118
D32	0	2	7	0	7	0	230	0	12	0	0	0	0	0	0	259
D33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D34	0	24	7	0	24	0	571	12	14	0	0	7	0	2	0	662
D35	0	31	2	5	10	2	509	2	17	0	0	0	2	2	0	583
D36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附录 4 收费方案一（4 种收费价格）实施后流量

针对拟收费区域一，在 4 种不同的收费价格下，附录 4 详尽汇总了实施各收费价格时，检测器统计的各车型流量信息。

附表 4.1 方案一收费 5 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	12	5	0	0	0	446	5	12	0	0	0	0	2	0	482
D2	0	10	0	0	24	7	242	0	7	0	0	0	0	0	0	290
D3	0	34	7	10	41	2	600	7	10	0	0	5	0	5	0	720
D4	0	12	10	0	17	5	703	10	12	0	0	0	0	2	0	770
D5	0	31	10	14	46	2	722	7	7	0	0	5	0	5	0	850
D6	0	12	7	0	10	2	737	10	5	0	0	0	0	2	0	785
D7	0	5	2	0	7	0	262	2	7	0	0	0	0	0	0	286
D8	0	5	2	0	17	5	233	0	2	0	0	0	0	2	0	266
D9	0	17	2	5	14	0	466	7	12	2	0	0	0	2	0	528
D10	0	7	2	0	5	0	194	2	2	0	0	0	0	0	0	214
D11	0	2	5	0	12	2	228	0	2	0	0	0	0	2	0	254
D12	0	2	0	0	0	0	202	0	2	0	0	0	0	0	0	206
D13	0	14	2	2	10	0	336	5	7	2	0	0	0	2	0	382
D14	0	2	2	0	0	0	185	2	0	0	0	0	0	0	0	192
D15	0	14	7	2	7	2	468	7	0	0	0	2	0	5	0	516
D16	2	24	10	5	22	0	646	0	10	0	0	2	2	5	0	727
D17	0	12	2	5	19	0	528	5	14	0	0	2	0	2	0	590
D18	0	7	5	0	2	2	401	5	12	0	0	0	0	0	0	434
D19	0	14	2	0	10	2	840	10	22	0	0	2	0	2	0	905
D20	0	7	5	0	10	2	281	2	5	0	0	0	0	0	0	312
D21	0	12	5	0	0	0	276	0	2	0	0	2	0	2	0	300
D22	0	17	5	0	0	0	982	5	14	0	0	0	0	2	0	1025
D23	0	7	5	5	10	0	149	2	2	0	0	0	0	0	0	180
D24	0	19	12	7	22	0	718	0	10	0	0	5	2	5	0	799
D25	0	24	2	2	5	2	648	7	14	0	0	0	0	2	0	708
D26	0	17	12	2	12	0	475	5	14	0	0	0	0	5	0	542
D27	0	26	10	2	29	0	773	2	10	0	2	2	0	5	2	864
D28	0	36	7	7	34	10	919	19	17	0	0	2	0	10	2	1063
D29	0	7	12	0	14	7	686	5	22	0	0	0	2	5	0	761
D30	2	41	10	10	19	0	782	5	12	0	0	0	2	0	0	883
D31	0	5	0	0	5	0	250	2	0	2	0	0	0	0	0	264
D32	0	5	5	0	19	0	526	5	10	0	0	0	0	2	0	571
D33	0	2	2	0	0	0	199	5	2	0	0	0	0	2	0	214
D34	0	10	0	0	12	0	451	5	7	0	0	0	0	0	0	485
D35	0	19	12	2	0	2	758	7	17	0	0	0	2	0	0	821

D36	0	7	2	0	0	0	250	0	2	0	0	0	2	0	0	264
D37	0	5	0	0	0	0	271	0	10	0	0	0	2	0	0	288

附表 4.2 方案一收费 10 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	0	2	0	14	0	228	0	5	0	0	0	0	0	0	250
D2	0	2	0	0	14	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	94
D3	0	31	17	5	36	0	283	0	7	0	0	0	0	5	0	384
D4	0	12	5	7	19	2	557	5	7	0	0	2	0	2	0	619
D5	0	31	19	5	50	2	348	0	7	0	2	0	0	7	0	473
D6	0	12	12	5	7	2	734	5	22	0	0	2	0	0	0	802
D7	0	0	0	0	12	2	108	0	5	0	0	0	0	2	0	130
D8	0	2	0	0	2	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	77
D9	0	24	2	0	17	7	312	2	7	0	0	0	0	10	0	382
D10	0	2	2	0	2	0	96	5	0	0	0	0	0	0	0	108
D11	0	2	0	0	2	2	94	0	0	0	0	0	2	0	0	103
D12	0	0	0	0	5	0	53	0	2	0	0	0	0	0	0	60
D13	0	22	2	0	10	5	247	5	5	0	0	0	0	5	0	300
D14	0	2	2	0	2	0	94	5	0	0	0	0	0	0	0	106
D15	0	22	7	2	2	0	667	5	12	0	0	0	0	2	0	720
D16	0	46	12	7	24	10	902	12	17	0	0	0	0	7	0	1037
D17	0	38	19	7	22	5	902	12	12	0	0	0	2	2	0	1022
D18	0	17	12	7	0	2	552	7	5	0	0	0	0	5	0	607
D19	0	17	2	2	10	2	758	2	12	0	0	0	0	5	0	811
D20	0	2	0	2	0	5	230	0	0	0	0	2	2	0	0	245
D21	0	10	5	10	2	2	362	5	5	0	0	0	0	0	0	401
D22	0	17	5	5	2	0	1241	10	29	0	0	0	0	5	0	1313
D23	0	2	0	0	0	0	67	2	7	0	0	0	0	0	0	79
D24	2	24	7	5	29	5	593	0	12	0	0	0	0	0	0	677
D25	0	12	10	2	10	0	470	0	5	0	0	0	0	0	0	509
D26	0	7	2	5	14	2	288	2	10	0	0	0	0	0	0	331
D27	0	12	7	5	26	0	715	7	22	0	0	0	0	5	0	799
D28	0	50	22	10	41	10	1166	19	10	0	0	2	0	5	2	1337
D29	0	14	10	5	17	2	629	5	7	0	0	0	0	2	0	691
D30	0	53	17	14	72	10	1068	10	24	0	0	2	0	5	0	1274
D31	2	12	2	0	5	0	168	0	0	0	0	0	0	2	0	192
D32	0	2	5	2	5	0	322	0	0	0	0	2	0	2	0	341
D33	0	5	2	0	0	0	67	2	7	0	0	0	0	0	0	84
D34	0	22	5	14	14	2	670	7	7	0	0	0	0	2	0	744
D35	0	7	7	2	10	0	662	2	7	0	0	2	0	2	2	706
D36	0	17	2	5	0	0	410	2	7	0	0	0	0	5	0	449
D37	0	14	5	2	0	2	353	0	2	0	0	0	0	0	0	379

附表 4.3 方案一收费 15 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	2	5	7	0	197	0	10	0	0	0	0	2	0	226
D2	0	0	0	0	19	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	122
D3	2	7	10	0	43	2	144	0	2	0	0	0	0	0	0	211
D4	0	14	2	2	14	2	427	5	10	0	0	0	0	0	0	478
D5	2	7	10	0	50	2	187	0	5	0	0	0	0	0	0	264
D6	0	12	10	7	12	2	533	2	12	0	0	0	0	2	0	593
D7	0	2	0	2	5	0	58	0	5	0	0	0	0	0	0	72
D8	0	2	0	0	2	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	118
D9	0	5	7	0	10	0	211	2	2	0	0	0	0	2	0	240
D10	0	2	2	0	0	0	214	2	5	0	0	0	0	5	0	230
D11	0	2	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	89
D12	0	0	0	2	7	0	24	0	5	0	0	0	0	0	0	38
D13	0	2	7	0	7	0	154	0	2	0	0	0	0	2	0	175
D14	0	2	2	0	0	0	182	2	5	0	0	0	0	5	0	199
D15	0	22	12	0	2	2	749	2	14	0	0	0	0	5	0	809
D16	0	38	34	7	29	5	996	12	14	0	0	2	2	5	0	1145
D17	0	46	26	10	22	5	1037	10	19	0	0	2	2	5	0	1183
D18	0	19	5	5	2	0	535	5	19	0	0	2	0	0	0	593
D19	0	12	0	0	12	0	449	0	2	0	0	0	0	0	0	475
D20	0	22	7	0	7	2	247	5	0	0	0	0	0	0	0	290
D21	0	17	7	2	5	2	802	7	10	0	0	0	0	7	0	859
D22	0	19	5	12	2	0	1183	10	10	0	0	0	0	0	0	1241
D23	0	7	2	0	0	0	60	2	2	0	0	0	0	0	0	74
D24	2	19	12	2	12	2	713	7	10	0	0	0	0	0	0	780
D25	0	7	5	2	10	5	341	0	5	0	0	0	0	0	0	374
D26	0	19	7	2	12	0	266	0	10	0	0	0	0	0	0	317
D27	0	17	14	2	24	0	492	14	14	0	0	2	0	0	2	583
D28	0	60	14	7	36	14	1109	10	29	0	0	2	0	2	0	1284
D29	0	14	10	0	12	0	526	5	7	0	0	0	0	0	0	574
D30	0	38	22	12	70	12	1085	7	17	0	0	7	2	2	0	1274
D31	0	0	0	0	5	0	86	0	2	0	0	0	0	0	0	94
D32	0	7	14	2	0	5	626	0	17	0	0	2	0	2	0	677
D33	0	2	2	0	0	0	67	2	2	0	0	0	0	0	0	77
D34	0	22	26	2	17	2	1198	7	12	0	0	0	0	7	0	1294
D35	0	24	2	10	5	0	641	7	7	0	0	0	0	10	2	708
D36	0	14	2	2	0	2	463	2	7	0	2	0	0	7	0	504
D37	0	31	0	0	0	2	444	0	7	0	2	0	0	10	2	499

附表 4.4 方案一收费 20 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	2	0	14	0	151	0	0	0	0	0	0	0	72	98
D2	0	7	0	0	10	0	101	2	2	0	0	0	2	2	41	86
D3	0	0	0	0	17	0	84	0	2	0	0	0	0	0	41	62
D4	0	5	2	2	10	5	310	2	2	2	0	0	0	2	94	250
D5	0	5	0	0	31	0	144	2	5	0	0	0	2	0	70	120
D6	0	17	0	2	5	2	437	2	0	2	0	0	0	2	182	288
D7	0	2	0	0	7	0	38	0	0	0	0	0	0	0	17	31
D8	0	12	0	0	7	0	94	0	2	0	0	0	0	2	38	79
D9	2	5	0	0	5	0	101	0	0	0	0	0	0	0	29	84
D10	0	5	0	0	5	0	103	0	2	0	0	0	0	0	43	72
D11	0	10	0	0	5	0	91	0	2	0	0	0	0	0	36	72
D12	0	0	0	0	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	10	10
D13	2	7	0	0	5	0	91	2	0	0	0	0	0	0	43	65
D14	0	2	5	0	2	2	182	2	2	0	0	0	0	0	132	67
D15	0	17	5	2	2	0	497	7	7	0	0	5	2	0	283	262
D16	0	34	2	5	14	10	931	10	17	0	0	2	7	2	346	689
D17	0	36	7	10	5	0	722	7	7	0	0	2	2	0	300	499
D18	0	14	2	5	7	5	499	5	7	0	0	0	0	2	178	370
D19	0	12	7	2	7	0	470	5	17	0	0	0	0	2	187	336
D20	0	12	5	0	0	0	367	2	5	0	0	2	2	2	228	170
D21	0	31	2	7	2	7	835	2	19	0	0	0	5	12	401	523
D22	0	17	7	5	7	2	982	0	22	0	0	0	5	0	271	775
D23	0	7	0	0	0	0	137	2	0	0	0	0	0	0	98	48
D24	0	26	5	2	17	2	737	2	10	0	0	5	2	2	274	538
D25	0	24	10	0	10	5	569	5	7	0	0	0	2	2	221	413
D26	0	10	5	0	17	0	245	2	0	0	0	0	0	0	108	170
D27	0	19	5	2	12	7	578	2	12	2	0	5	0	0	266	379
D28	0	48	12	12	43	5	821	7	14	0	0	7	0	0	314	655
D29	0	46	17	12	19	0	631	2	10	2	2	2	2	2	456	293
D30	0	24	14	2	34	7	960	12	19	0	0	2	5	0	331	749
D31	0	5	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	22	34
D32	0	2	0	2	2	0	485	0	7	0	0	0	2	2	197	307
D33	0	2	2	0	0	0	91	0	2	0	0	0	0	0	46	53
D34	2	29	5	7	14	2	991	5	17	0	0	5	0	7	274	811
D35	0	29	7	2	5	5	590	0	5	0	0	0	0	0	202	442
D36	0	10	2	5	0	0	473	0	7	0	0	2	0	2	170	331
D37	0	7	5	2	0	2	372	2	2	0	0	0	2	5	146	254

附录 5 收费方案二（4 种收费价格）实施后流量

针对拟收费区域二，在 4 种不同的收费价格下，附录 5 详尽汇总了实施各收费价格时，检测器统计的各车型流量信息。

附表 5.1 方案二收费 5 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	5	0	2	12	0	499	7	10	0	0	0	0	2	0	538
D2	0	5	0	0	19	5	355	0	7	0	0	0	0	5	0	396
D3	0	31	10	7	31	5	550	0	5	0	0	0	0	12	0	650
D4	0	10	7	5	26	7	487	2	22	0	0	0	0	2	0	569
D5	0	7	5	2	10	2	259	2	5	0	0	0	0	2	0	295
D6	0	24	5	7	22	2	917	5	29	0	0	0	0	2	0	1013
D7	0	2	0	2	7	0	206	0	2	0	0	0	0	0	0	221
D8	0	10	0	0	12	2	463	0	5	0	0	0	0	7	0	499
D9	0	19	2	0	14	0	514	2	7	0	0	0	0	5	0	564
D10	0	7	0	0	7	0	262	2	7	0	0	0	0	0	0	286
D11	0	10	0	0	2	2	511	2	5	0	0	0	2	5	0	540
D12	0	2	0	0	2	0	194	0	2	0	0	0	0	0	0	202
D13	0	19	2	0	12	0	406	5	7	0	0	0	0	5	0	456
D14	0	5	0	0	2	0	221	2	7	0	0	0	0	0	0	238
D15	0	14	12	5	0	0	367	2	2	0	0	0	0	2	0	406
D16	0	41	7	5	22	2	600	2	10	0	0	0	2	2	0	694
D17	0	36	10	5	14	2	586	10	10	0	0	0	0	0	0	672
D18	0	12	5	2	2	0	305	2	10	0	0	0	0	5	0	343
D19	0	24	7	2	12	0	1046	7	24	0	0	0	0	5	0	1128
D20	0	7	2	0	7	0	286	0	5	0	0	0	2	0	0	310
D21	0	7	2	2	2	0	226	2	2	0	0	0	0	0	0	245
D22	0	12	7	0	5	0	1003	10	17	0	0	0	0	0	0	1054
D23	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	36
D24	0	0	2	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	122
D25	0	19	2	0	10	2	677	0	7	0	0	0	0	0	0	718
D26	0	10	0	0	17	0	466	5	10	0	0	0	0	5	0	511
D27	0	22	10	10	26	2	674	10	5	0	0	0	0	2	0	761
D28	0	65	24	7	34	12	1085	17	14	0	0	5	0	10	5	1277
D29	0	17	5	5	14	2	480	0	7	0	0	0	0	2	0	533
D30	0	41	10	10	74	7	900	2	24	0	0	0	0	12	0	1080
D31	0	19	5	0	12	0	502	5	2	0	0	0	0	7	0	552
D32	0	12	7	0	2	5	530	7	14	0	0	0	0	0	0	578
D33	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	46
D34	0	7	5	2	2	0	305	2	2	0	0	0	0	0	0	326
D35	0	34	5	12	10	2	871	2	14	0	0	0	0	0	0	950
D36	0	14	2	2	0	0	427	0	12	0	0	0	0	0	0	458
D37	0	22	5	5	0	0	516	0	12	0	0	0	0	0	0	559

附表 5.2 方案二收费 10 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	2	0	10	0	214	0	2	0	0	0	0	0	0	230
D2	0	2	2	7	19	2	216	0	0	0	0	0	2	0	0	252
D3	0	17	2	0	34	2	298	2	10	0	0	0	0	2	0	367
D4	0	10	5	7	12	0	216	0	5	0	0	2	0	0	0	257
D5	0	14	5	0	36	2	331	2	10	0	0	0	2	2	0	406
D6	0	14	2	2	7	0	528	0	14	0	0	2	0	0	0	571
D7	0	0	0	0	5	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	96
D8	0	12	5	2	10	0	389	0	5	0	0	2	2	0	0	427
D9	0	12	5	2	7	0	406	5	7	0	0	2	0	2	0	449
D10	0	12	0	0	7	0	204	0	12	0	0	0	0	0	0	235
D11	0	14	5	2	12	0	449	0	5	0	0	5	0	5	0	497
D12	0	2	0	0	12	0	72	0	2	0	0	0	0	0	0	89
D13	0	14	7	2	7	0	379	2	10	0	0	2	0	2	0	427
D14	0	7	0	0	2	0	132	0	10	0	0	0	0	0	0	151
D15	0	14	10	5	5	0	451	7	5	0	0	0	0	0	0	497
D16	0	48	14	7	10	5	953	5	24	0	0	5	0	10	0	1080
D17	0	53	10	10	7	7	917	2	22	0	0	0	0	7	0	1034
D18	0	10	10	0	5	0	334	2	2	0	0	0	0	0	0	362
D19	0	22	5	0	22	2	756	5	19	0	0	0	0	5	0	835
D20	0	7	0	0	17	0	286	0	5	0	0	2	2	0	0	319
D21	0	7	2	2	10	0	161	0	2	0	0	0	2	2	0	190
D22	0	22	2	5	5	0	1246	7	22	0	0	0	0	10	0	1318
D23	0	0	0	0	0	0	58	0	2	0	0	0	0	0	0	60
D24	0	10	0	5	0	2	29	0	2	0	0	0	0	0	0	48
D25	0	34	10	12	24	0	874	2	17	0	0	0	5	0	0	977
D26	0	14	5	0	10	0	314	2	2	0	2	0	0	0	0	350
D27	0	14	7	10	19	2	586	7	7	0	0	0	0	2	0	655
D28	0	38	26	12	36	12	1150	7	12	0	0	2	0	14	7	1318
D29	0	12	2	2	5	0	444	7	7	0	0	0	0	2	0	482
D30	2	26	24	12	58	12	1178	7	24	0	0	2	0	2	0	1349
D31	0	34	10	2	19	0	389	5	7	0	0	0	0	0	0	466
D32	0	12	0	0	12	0	262	2	10	0	0	0	0	2	0	300
D33	0	0	0	0	0	0	60	0	2	0	0	0	0	0	0	62
D34	0	7	2	2	10	0	190	0	2	0	0	0	2	2	0	218
D35	0	19	2	7	14	2	1332	7	26	0	0	0	0	12	0	1423
D36	0	10	2	5	0	0	410	0	7	0	0	0	0	0	0	434
D37	0	19	0	2	0	0	571	0	12	0	0	0	0	5	0	610

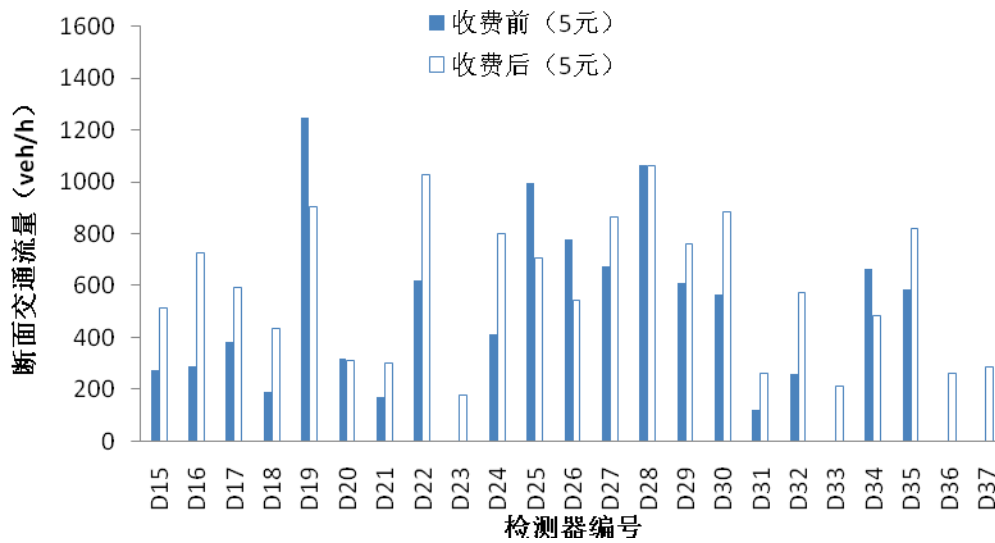
附表 5.3 方案二收费 15 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	5	7	2	22	2	149	2	0	0	0	0	0	0	0	190
D2	0	2	2	2	19	0	142	0	2	0	0	0	0	2	0	173
D3	0	5	12	2	22	0	168	0	2	0	0	0	0	2	0	214
D4	0	2	0	0	10	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0	204
D5	0	5	19	2	34	0	264	0	2	0	0	0	2	5	0	334
D6	0	2	0	0	12	0	252	2	5	0	0	0	0	0	0	274
D7	0	5	7	0	17	2	55	2	0	0	0	0	0	0	0	89
D8	0	0	0	2	10	0	182	0	5	0	0	0	0	0	0	199
D9	0	12	2	0	14	2	262	2	2	0	0	2	2	2	0	305
D10	0	0	0	0	2	2	84	0	0	0	0	0	0	0	0	89
D11	0	7	0	2	10	0	266	0	7	0	0	0	0	0	0	293
D12	0	2	2	0	10	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	38
D13	0	12	0	0	7	0	214	0	2	0	0	2	2	2	0	242
D14	0	0	0	0	2	2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	55
D15	0	36	7	2	2	2	530	0	10	0	0	0	0	2	0	593
D16	2	53	17	7	12	5	948	10	19	0	0	5	5	0	0	1082
D17	0	53	0	5	10	5	989	10	14	0	0	5	7	2	0	1099
D18	0	19	14	5	10	2	437	2	2	0	0	0	0	5	0	497
D19	0	12	10	2	17	0	1070	2	29	0	0	0	0	7	0	1150
D20	0	5	0	0	5	0	161	0	5	0	0	0	0	0	0	175
D21	0	2	2	0	7	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	53
D22	0	31	0	2	5	2	1366	7	36	0	2	0	2	2	0	1457
D23	0	0	0	0	0	0	31	0	2	0	0	0	0	0	0	34
D24	0	2	7	0	5	0	82	0	0	0	0	0	0	5	0	101
D25	0	22	7	0	19	0	377	0	2	0	0	0	0	2	0	430
D26	0	5	0	0	12	0	173	2	0	0	0	0	0	0	0	192
D27	0	14	12	2	19	2	490	2	10	0	0	0	0	0	0	552
D28	2	72	24	5	34	7	1109	7	19	0	0	7	2	2	0	1291
D29	0	14	7	0	12	5	446	0	2	0	0	2	0	2	2	494
D30	0	53	31	7	60	0	1078	10	26	0	0	5	2	5	0	1277
D31	0	10	5	0	19	2	324	10	2	0	0	2	2	5	0	382
D32	0	2	0	0	2	0	108	0	2	0	0	0	0	0	0	115
D33	0	0	0	0	0	0	34	0	2	0	0	0	0	0	0	36
D34	0	2	2	0	10	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	74
D35	0	12	2	2	5	0	163	5	0	0	0	0	0	0	0	190
D36	0	5	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	36
D37	0	5	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	31

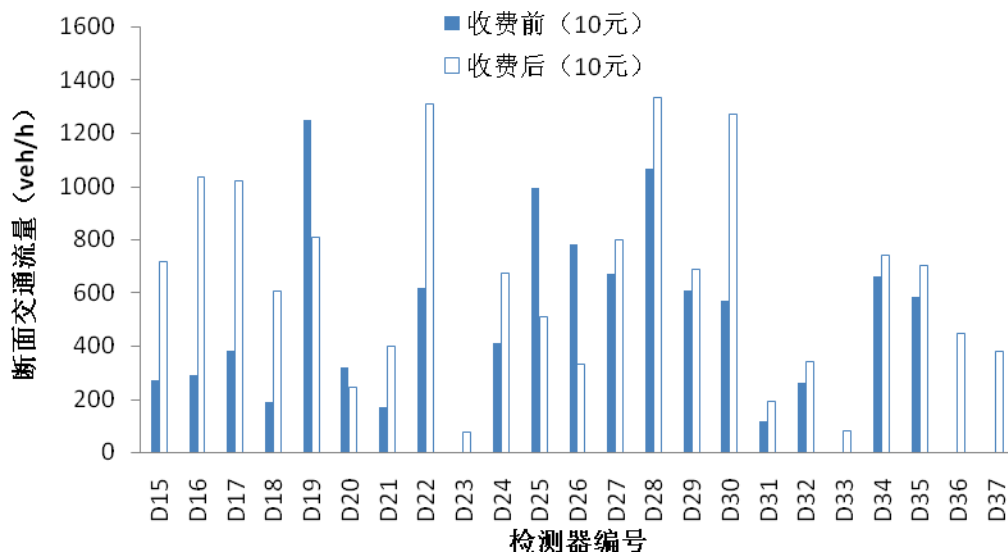
附表 5.4 方案二收费 20 元

	B1	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	Q1	Q2	Z1	Z2	Z3	Z5	Z7	总计
D1	0	2	0	0	14	22	77	0	0	0	0	0	0	0	22	94
D2	0	2	0	7	2	19	60	0	0	0	0	0	0	0	29	62
D3	0	0	0	12	19	5	48	2	0	0	0	0	0	0	14	72
D4	0	5	0	0	7	7	48	0	0	0	0	0	0	0	7	60
D5	0	0	0	12	31	22	82	2	0	0	0	0	0	2	31	120
D6	0	5	0	0	2	26	94	0	0	0	0	0	0	0	26	101
D7	0	2	0	0	12	14	31	0	0	0	0	0	0	0	14	46
D8	0	0	2	7	0	7	58	0	0	0	0	0	0	2	17	60
D9	0	5	2	2	26	24	65	2	0	0	0	0	0	0	29	98
D10	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14
D11	0	0	2	7	0	5	48	0	2	0	0	0	0	2	14	53
D12	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5	5
D13	0	5	2	2	19	12	36	2	0	0	0	0	0	0	17	62
D14	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
D15	0	7	7	5	2	113	276	10	0	0	0	0	0	2	120	302
D16	2	34	17	12	22	247	775	5	14	0	0	5	0	7	271	869
D17	0	29	14	7	5	199	578	7	14	0	0	5	0	0	202	658
D18	0	19	7	2	0	84	322	2	5	0	0	0	0	0	86	355
D19	0	24	7	2	10	238	662	10	22	0	0	0	2	0	259	718
D20	0	0	2	5	2	2	34	0	2	0	0	0	0	2	10	41
D21	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
D22	2	31	5	7	5	269	1039	14	26	0	2	2	7	7	300	1123
D23	0	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0	0	0	0	2	17
D24	0	0	7	7	14	17	91	0	0	0	0	0	0	2	24	115
D25	0	2	0	2	2	19	62	0	0	0	0	0	0	0	24	65
D26	0	2	0	0	7	19	67	0	2	0	0	0	0	0	19	79
D27	0	5	2	0	12	48	202	5	0	0	0	0	0	0	48	226
D28	0	36	10	12	19	252	646	10	12	0	0	0	7	2	290	715
D29	0	7	12	10	10	70	214	5	2	0	0	0	0	2	82	254
D30	2	43	10	12	36	214	883	10	12	2	0	5	0	5	247	986
D31	0	17	5	24	24	26	158	5	0	0	0	0	0	0	55	204
D32	0	0	0	5	5	0	10	0	2	0	0	0	0	0	5	17
D33	0	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0	0	0	0	2	17
D34	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2
D35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

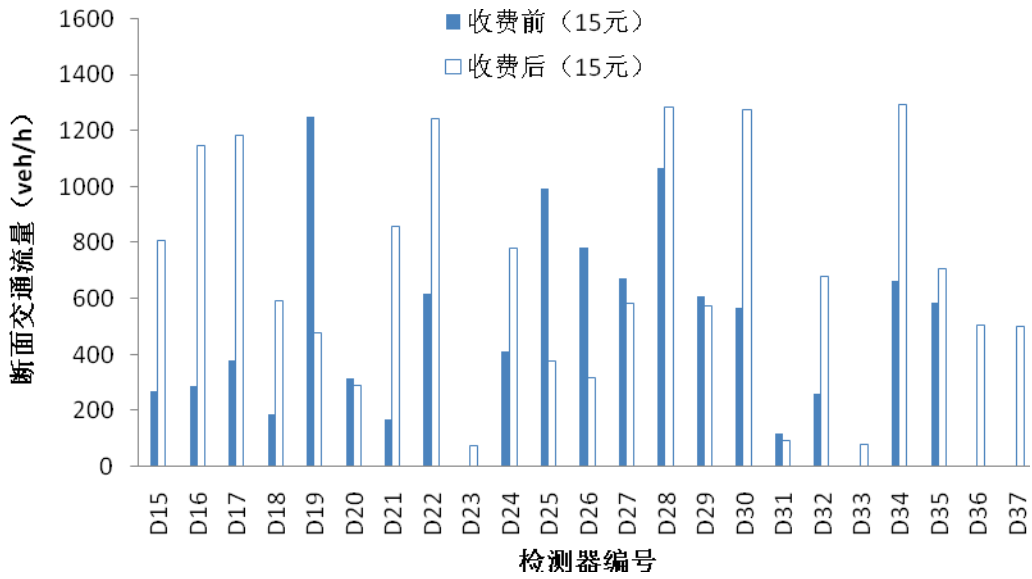
附录 6 收费方案一单检测器流量变化



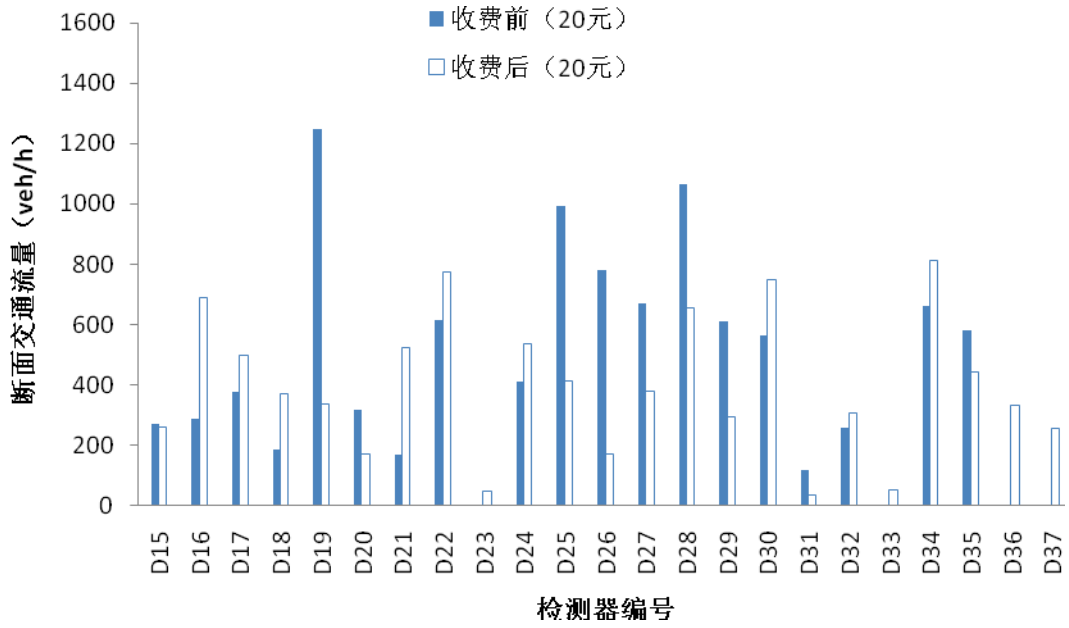
附图 6.1 方案一（5 元）收费区域外交通流量变化



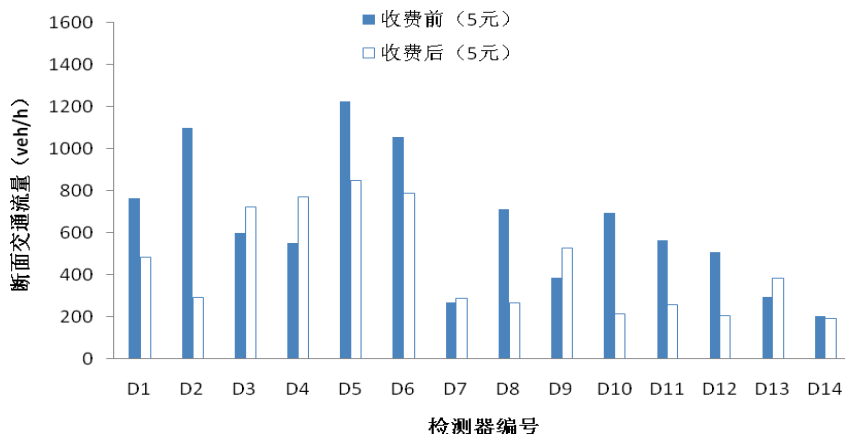
附图 6.2 方案一（10 元）收费区域外交通流量变化



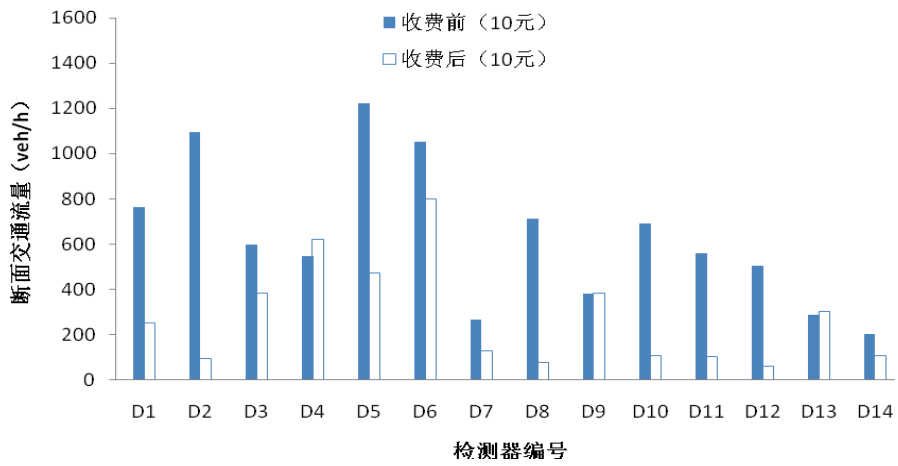
附图 6.3 方案一（15 元）收费区域外交通流量变化



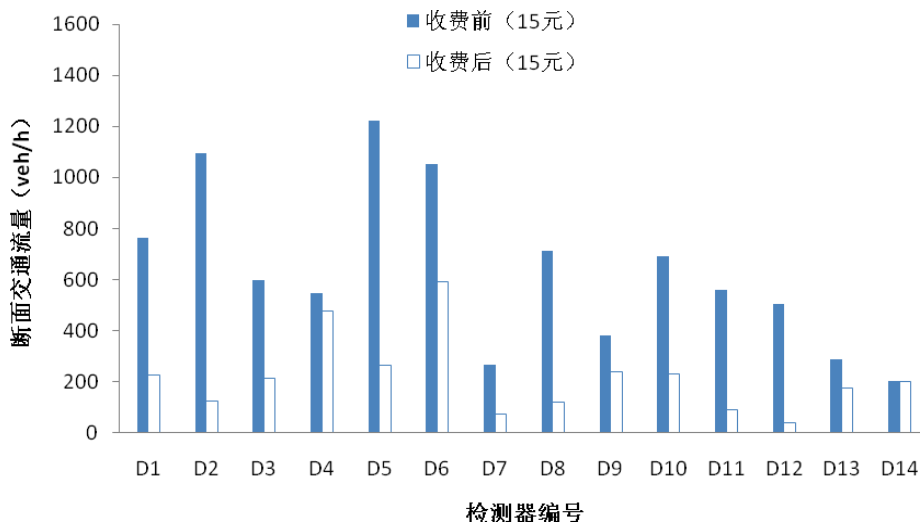
附图 6.4 方案一（20 元）收费区域外交通流量变化



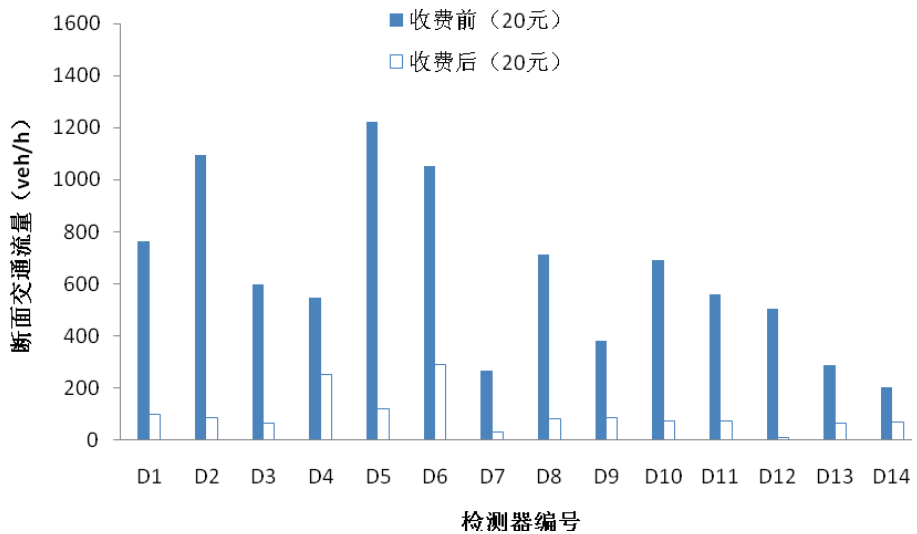
附图 6.5 方案一(5 元)收费区域内交通流量变化



附图 6.6 方案一 (10 元) 收费区域内交通流量变化



附图 6.7 方案一 (15 元) 收费区域内交通流量变化



附图 6.8 方案一 (20 元) 收费区域内交通流量变化

附录 7 收费方案二单检测器流量变化

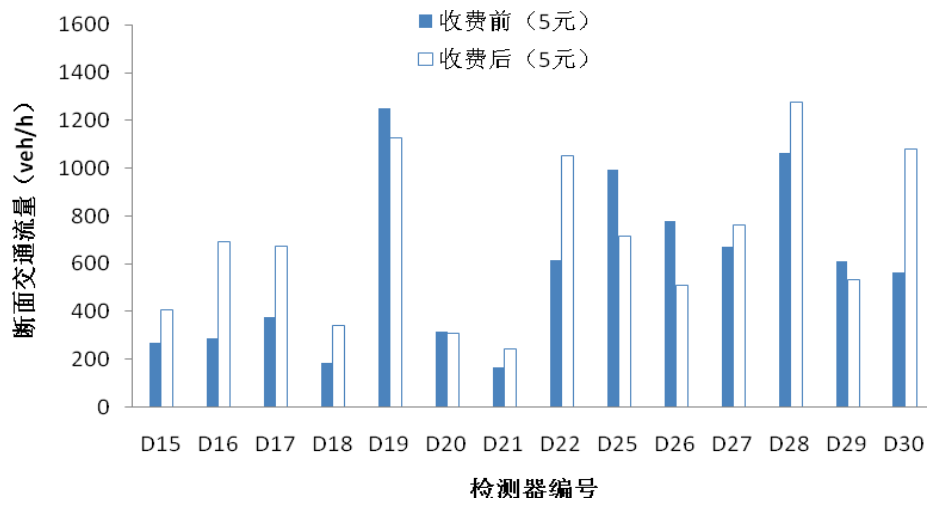


图 7.1 方案二 (5 元) 收费区域外交通流量变化

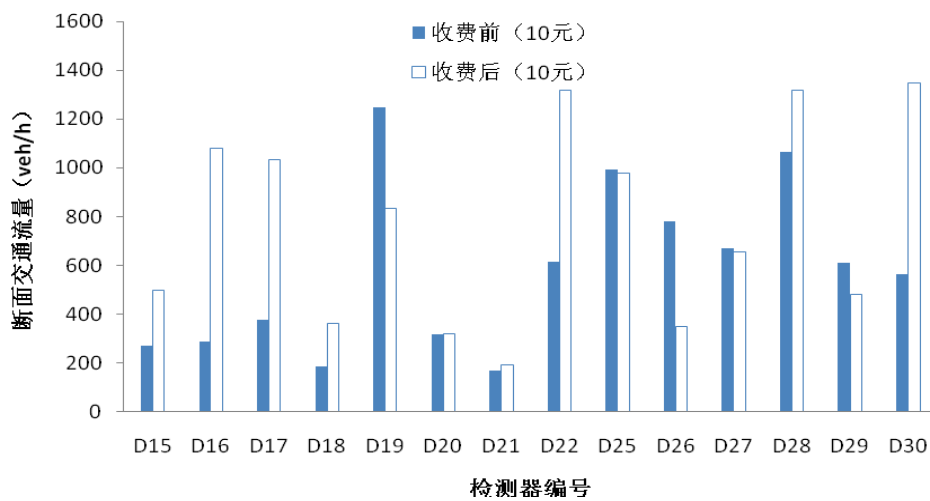


图 7.2 方案二 (10 元) 收费区域外交通流量变化

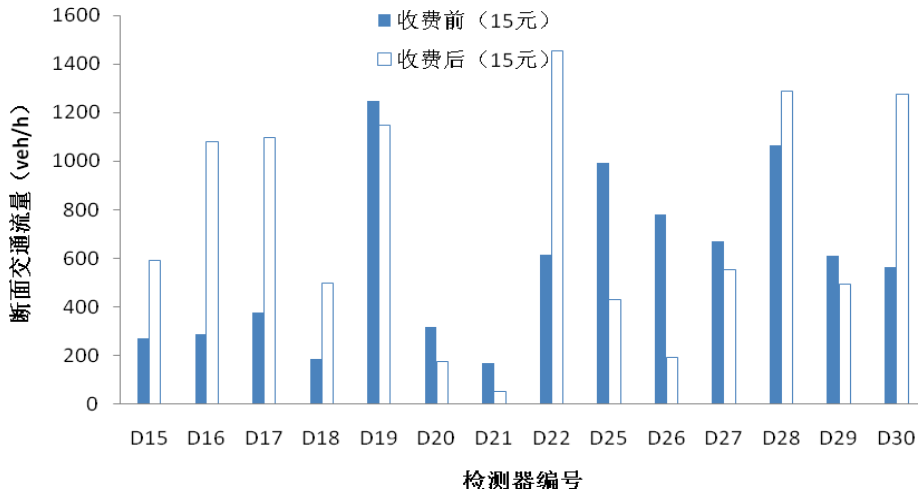


图 7.3 方案二 (15 元) 收费区域外交通流量变化

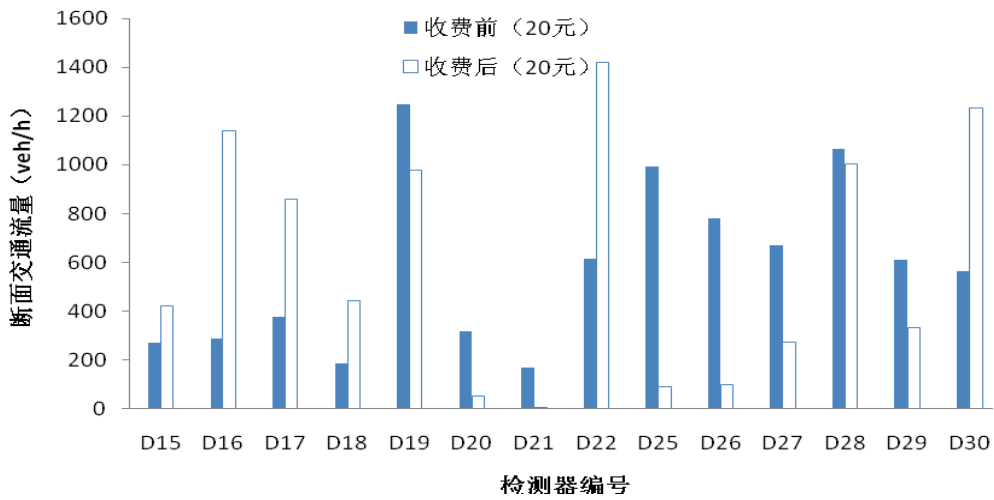
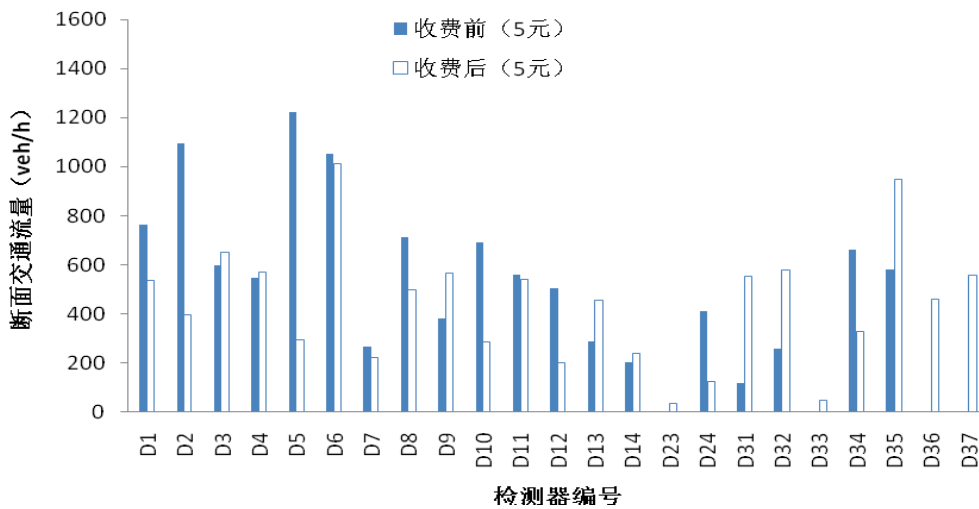
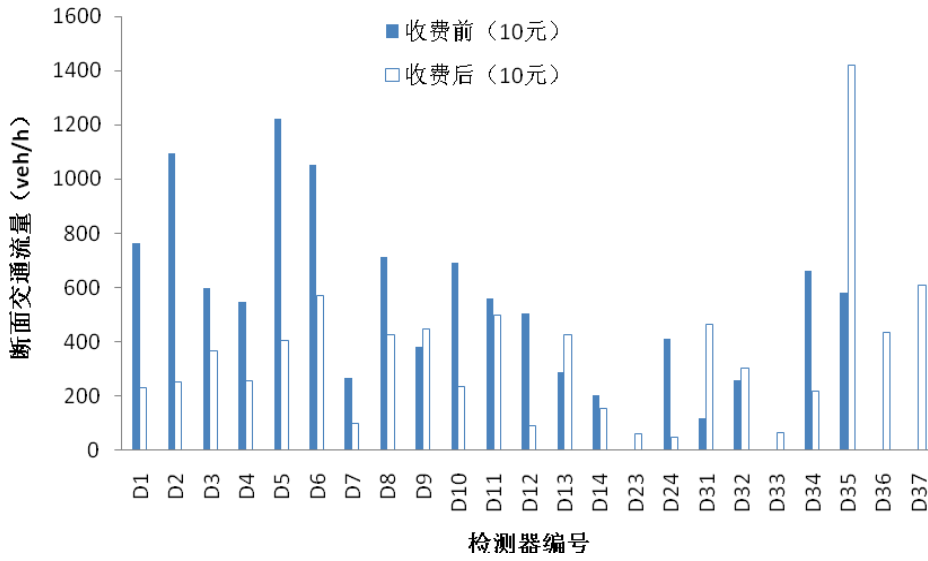


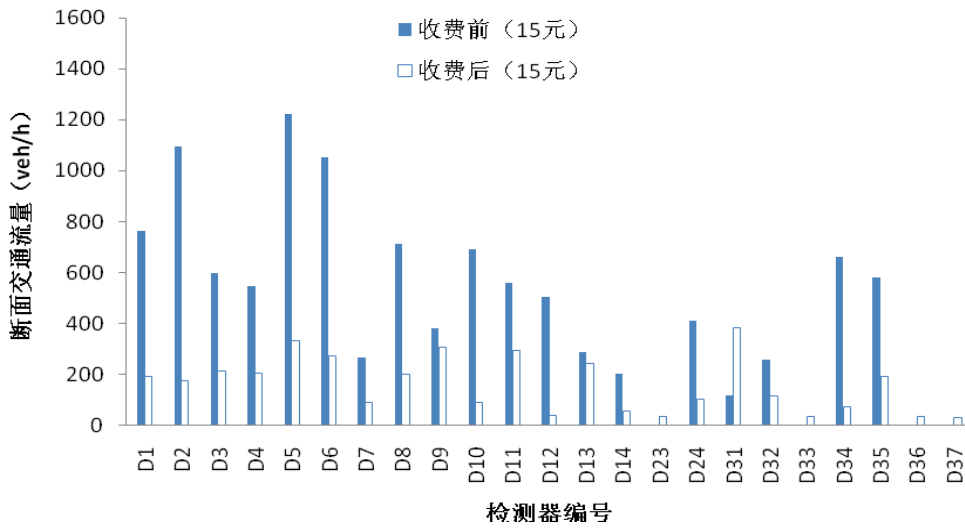
图 7.4 方案二 (20 元) 收费区域外交通流量变化



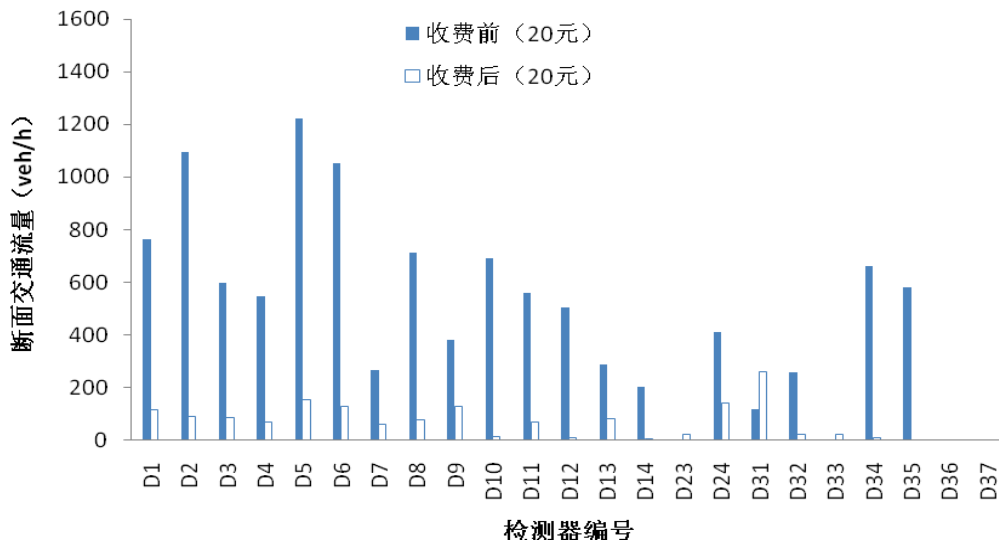
附图 7.5 方案二 (5 元) 收费区域内交通流量变化



附图 7.6 方案二 (10 元) 收费区域内交通流量变化



附图 7.7 方案二 (15 元) 收费区域内交通流量变化



附图 7.8 方案二 (20 元) 收费区域内交通流量变化

附录 8 Paramics 仿真软件路网绘制说明

使用 Paramics 仿真软件的 modeller 模块进行基础路网建模的主要步骤可以分为导入底图截图（底图来源为百度地图或者是 google earth），绘制路网节点，连接节点绘制道路路段，拼接底图截图直至覆盖整个研究区域、绘制生成整个区域路网、最后对路网进行小区、信号配时、demand 文件的设置。另外还可以对车辆进行 3D 效果美化，最终完成路网的完整建模绘制。下面将对路网绘制各个步骤进行详细说明。

1. 道路底图截图的获取及导入

建立路网首先需要找到一张符合实际路况的图片。通常情况下，可以利用百度地图或者 Google earth 软件获取建立路网的图片。本文采取利用百度地图截图的方法。

(1) 打开百度地图，选择需要的图层

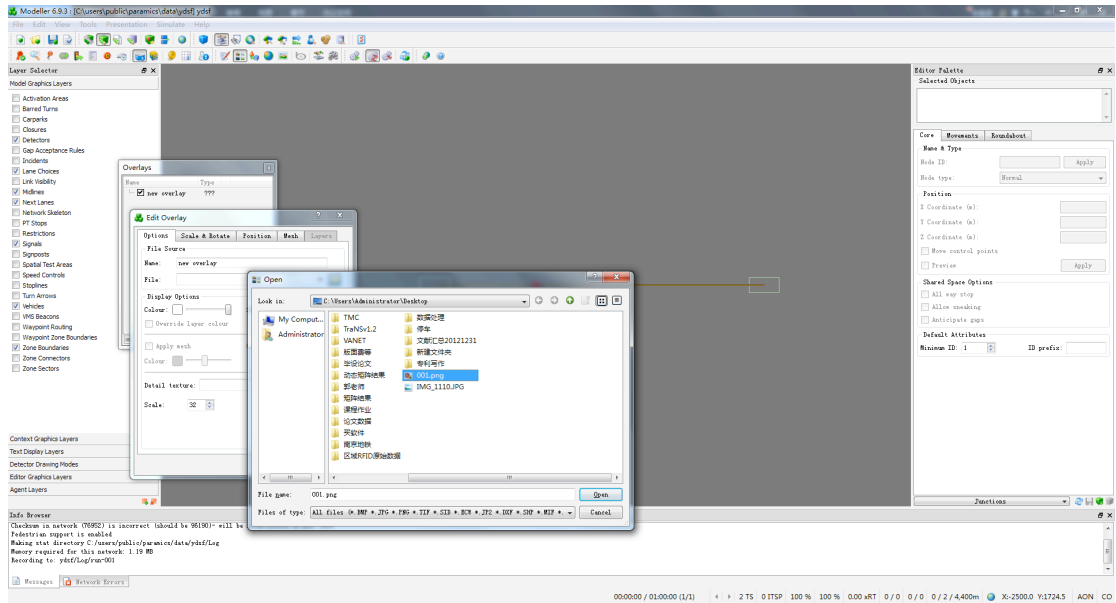
(2) 找到要建模的路段位置，选取适合的角度，并在图上测量出两点距离，然后点击文件-保存-保存图像（File->save->save image），给图片命名为 001，如附图 8.1 所示，将此图片保存在桌面。



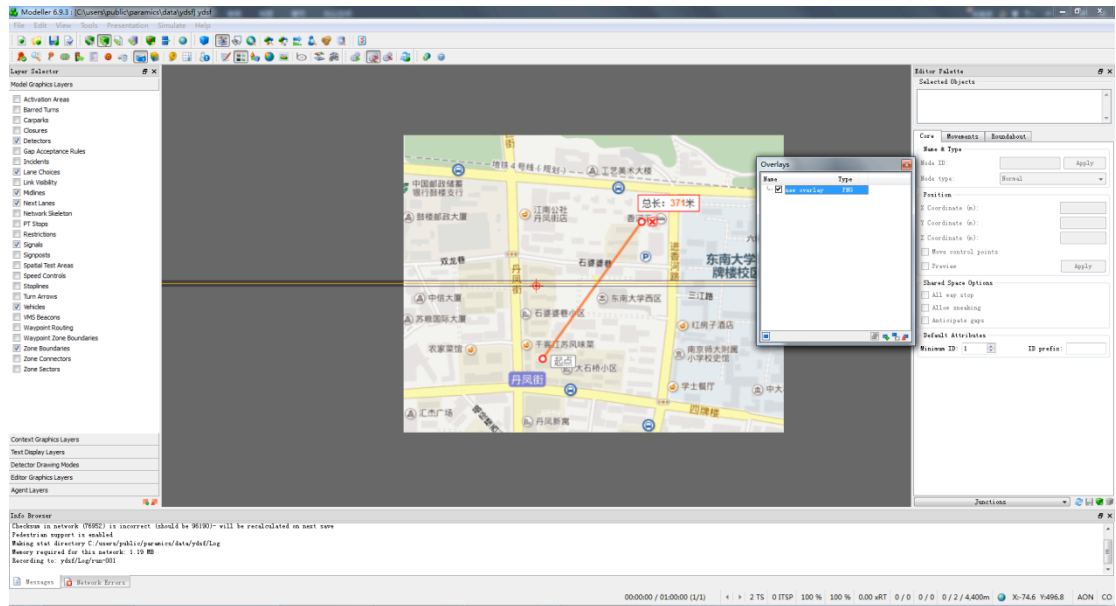
附图 8.1 路网绘制底图部分截图

(3) 打开 Paramics 的 modeller 建模器，创建一个新的路网文件，起名为 ydsf，放在默认的路径下。打开新建的 ydsf 路网文件，点击菜单栏的 presentation，选择下拉菜单里的 overlays，或者直接使用快捷键 Ctrl+S，弹出 overlay 管理器，点击管理器右下方的“add overlay”图标，选择桌面上的 001 图片文件，如附图 8.2

所示，点击 OK。添加底图完毕，这时可以看到新建路网文件中，已经有底图显示如附图 8.3 所示。

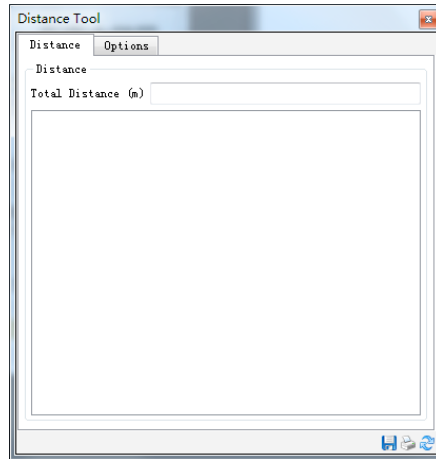


附图 8.2 底图导入 Paramics 仿真软件

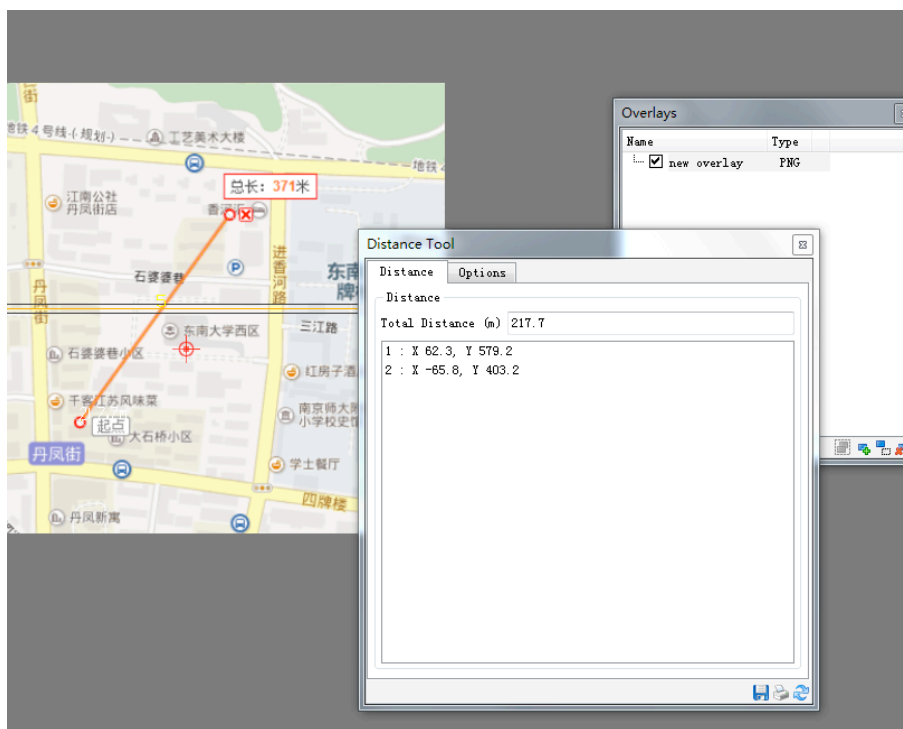


附图 8.3 底图截图导入完成图

(4) 点击菜单栏 Tools 选择下拉菜单里的 Distance Tool 选项，弹出 Distance Tool 对话框，如附图 8.4 所示。在底图中，选择标记的两点，长按 F7，同时用鼠标中键选中这两个点。可以看到对话框中显示两点的位置和总的距离，图上显示这两点的距离为 217.7m 如附图 8.5 所示。

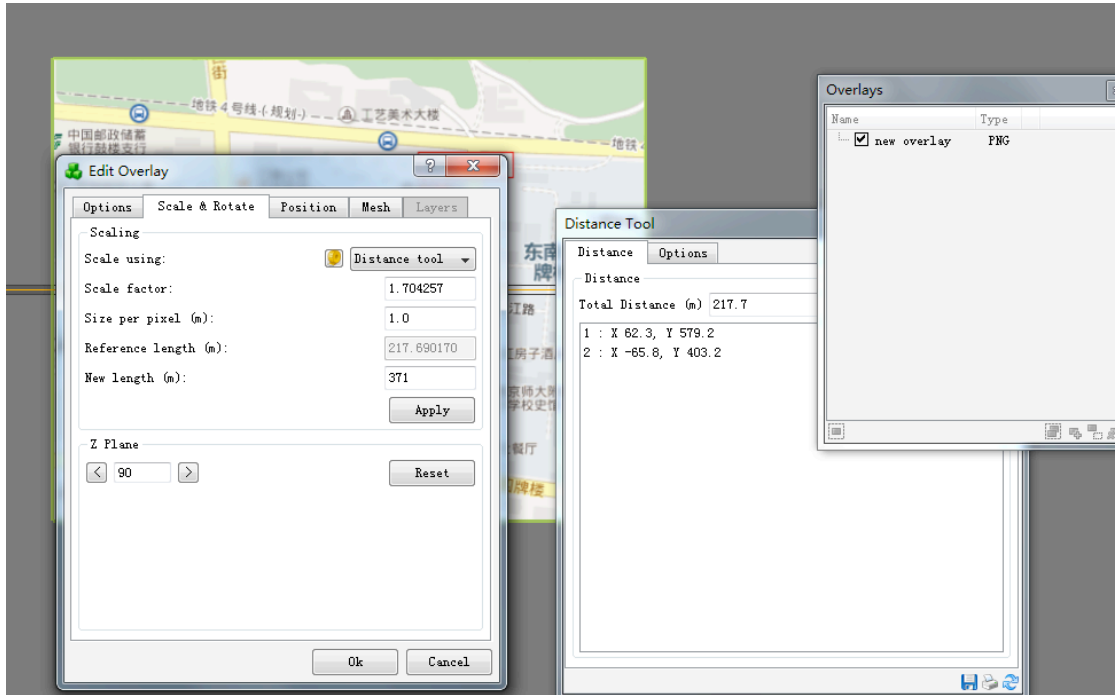


附图 8.4 仿真距离测量工具



附图 8.5 底图与仿真路网比例校正



(5) 这两点的距离将被传递到 overlay 管理器中，打开 overlay 管理器，鼠标左键双击导入的底图名称，弹出底图编辑对话框，然后点击“scale&rotate”标签项。此时，可以看到刚才选中的两点距离显示在“reference length”栏中。实际上，刚才在标记这两点时，已经在百度地图中将这两点距离测出为 371 米。因此，需要修正图片在 modeller 中的比例，只需将这两点的实际距离填写到“new length”栏中，如附图 8.6 所示。需要注意的一点是，此时“scale using”一栏应选择“Distance Tool”模式，然后点击 Apply 按钮。Modeller 会自动修改应用比例，同时相关比例设置信息会自动储存。

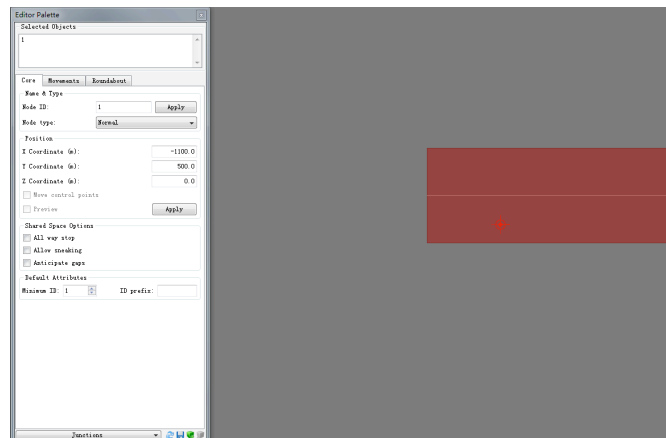


附图 8.6 仿真路网比例设置

2. 路网节点绘制

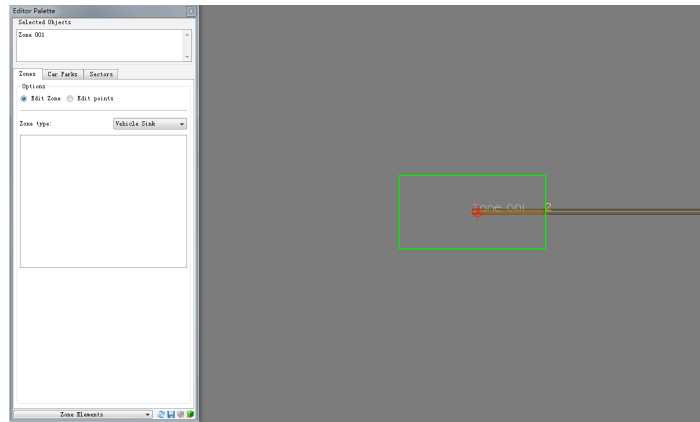
设置好比例尺是保证建立路网正确的关键，建立路网之前，一定要将比例尺设置正确。下面开始进行路网的绘制和编辑工作。

通常新建的路网文件都会有一段路段和两个小区，由于这个路段和实际要建的路网路段并不符合，所以选择直接将其删去。删除路段有两种方法，一种是将路段的两个节点删除，则此路段也不存在，另一种方法是，直接删除路段，此路段的节点还保留。删除节点的方法是，用户在菜单栏点击下拉菜单 Edit，选择 Editor Palette，即打开 modeller 编辑器，也可以直接按快捷键 Ctrl+E 打开编辑器。将编辑器选择“Junctions”模式，用鼠标中键点选 node 节点，如附图 8.7 所示。然后点击删除图标，再点击保存图标，即删除此节点。



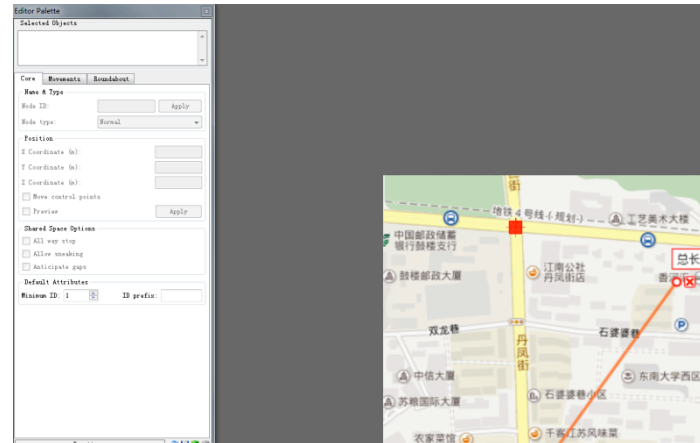
附图 8.7 删除路网节点

删除完所有节点后，再删除小区。将编辑器选择“zone elements”模式，用鼠标中键点选要删除的小区，如附图 8.8 所示。然后点击删除图标，再点击保存图标，此小区则被删除。



附图 8.8 删除仿真路网小区

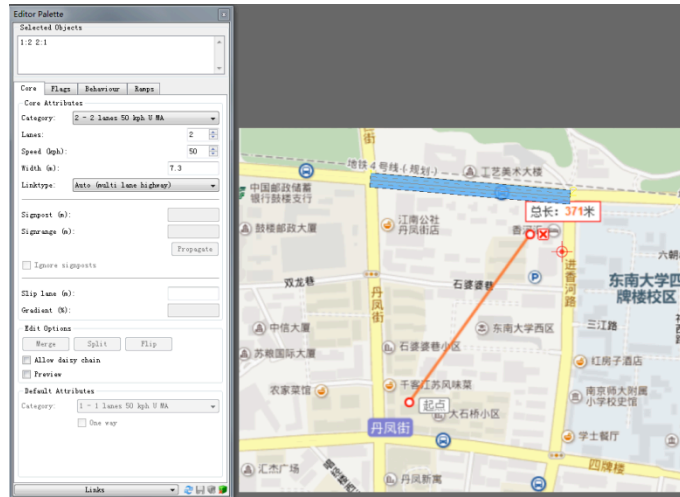
导入底图后可以看到屏幕上显示的底图图片，可以通过滑动鼠标滚轮，放大或缩小屏幕。首先在交叉路口的中心位置放置一个节点。将编辑器选择“Junctions”模式，点击鼠标左键，移动光标位置到交叉口中心位置，按快捷键 F2，此时屏幕上的光标会变成一个红色正方形框，再点击保存图标或者按快捷键 F12，则节点添加完毕，如附图 8.9 所示。



附图 8.9 仿真路网节点添加

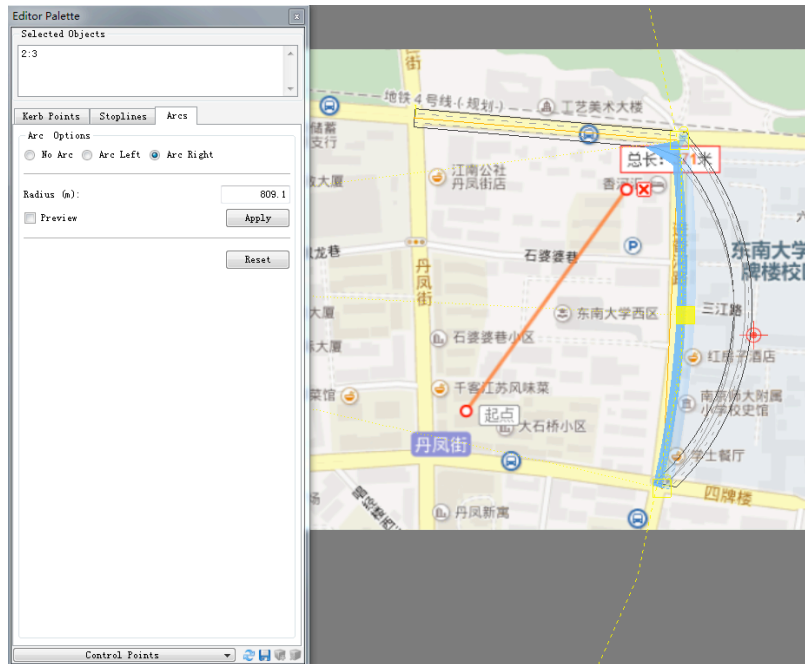
3.连接道路节点绘制路段并设置车道属性

将编辑器模式选择“links”，鼠标中键点选交叉口中心的节点，再用鼠标右键选择路段终点的节点，再在“category”栏里通过下拉菜单选择车道属性。按快捷键 F2，再点击保存图标，路段就添加完毕，如附图 8.10 所示。



附图 8.10 仿真路段绘制

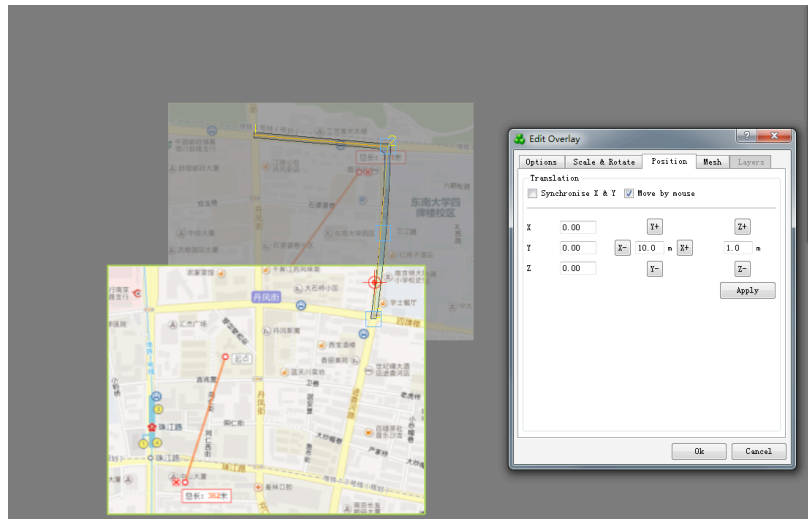
对于一些道路不是直线的路段,可以利用 control points 工具进行弧度的调整, 长按 shift+鼠标左键可以实现对道路曲率的不断调整, 如附图 8.11 所示。



附图 8.11 非直线路段仿真路网绘制

4. 拼接底图截图

绘制好一张底图上的路网之后, 需要截取另外一张与之相邻的底图导入文件, 并与前一张底图拼接好。

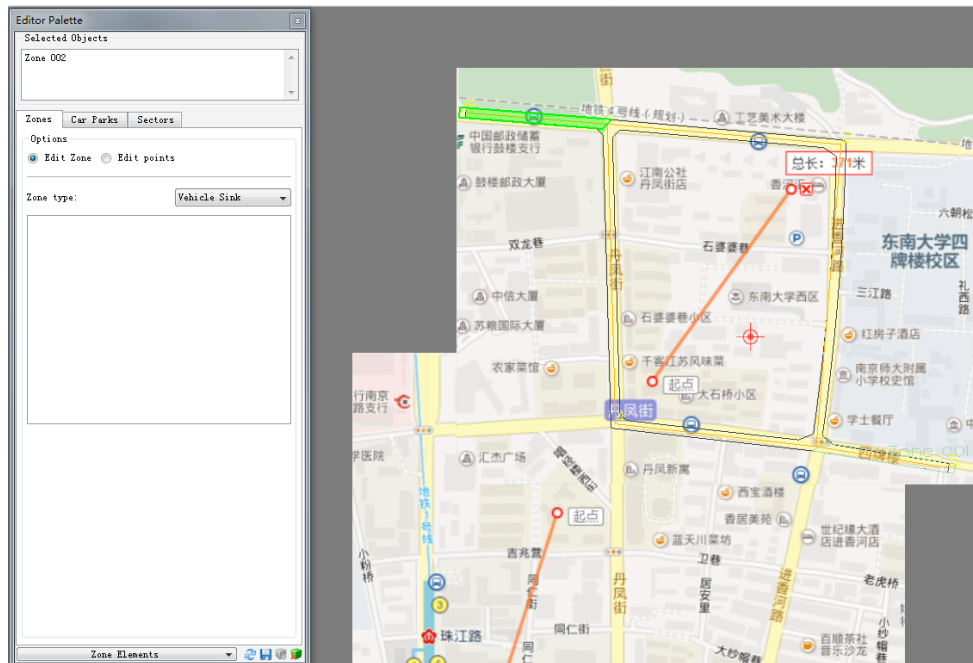


附图 8.12 底图截图的拼接

具体可以通过 overlay 中的 position 进行左右上下的移动, 实现与前一张底图截图的拼接, 如附图 8.12 所示。

5. 设置小区

在路段上添加小区。将编辑器模式选择“zone elements”,在路段上点击鼠标中键, 选中该路段, 再点击添加图标或者快捷键 F2, 如附图 8.13 所示, 再点击保存图标或者按快捷键 F12, 可以依次将小区添加完毕。



附图 8.13 小区设置方法

6. 设置信号配时

在 Paramics 中, 信号配时的输入通过对 Editor Palette 菜单中的 Signal Control 设置, 可以对交叉口的每个相位的红、黄、绿灯时间进行配置。图 5.7 则是设置完成后的信号配时效果图, 采用相同的方法, 将所有信号控制交叉口的配时参数输入并保存, 由此实现了现场调研数据向 Paramics 仿真软件的输入。

以两相位为例, 进行交叉口信号灯设置。如设置两个“phrase”, 一个是南北直行加右转、左转; 另一个是东西直行加右转、左转。红灯时间为 2 秒, 黄灯时间为 3 秒, 绿灯时间为 20 秒。具体操作方法如下: 首先, 将编辑器选择“signal control”模式, 点击“core”标签。用鼠标中键点击交叉口中心节点, 在点击 signalise 按钮。

将“cycle&phase”栏下的“variable”项勾选起来。再在“phase”后选择 1, 然后在下面的“timings”中, 输入信号配时时间, 在“green”后输入 20, 在“amber”后输入 3, 在“red”后输入 2。然后再在“phase”后选择 2, 在下面的“timing”中, 输入信号配时时间, 在“green”后输入 20, 在“amber”后输入 3, 在“red”后输入 2, 如附图 8.14 所示, 点击保存。则信号灯设置完毕。



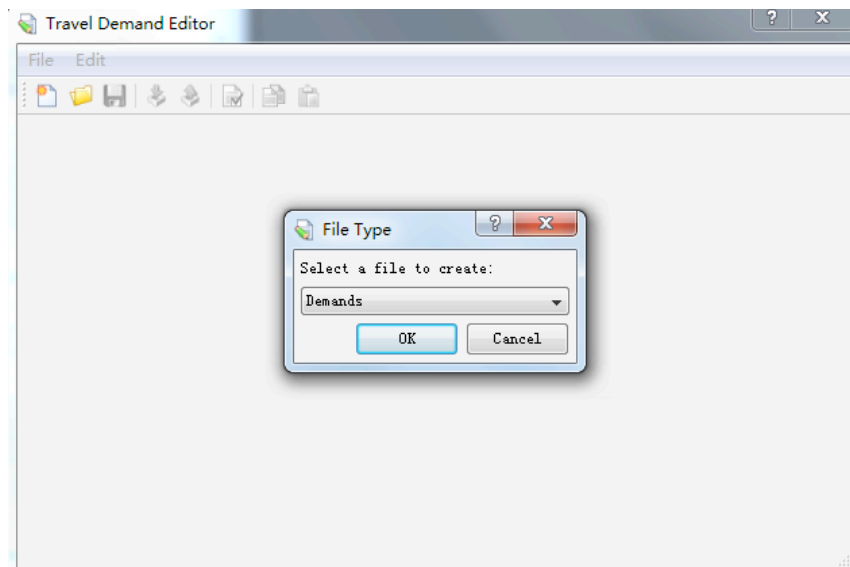
附图 8.14 信号配时参数设置

7. 配置 demand 文件

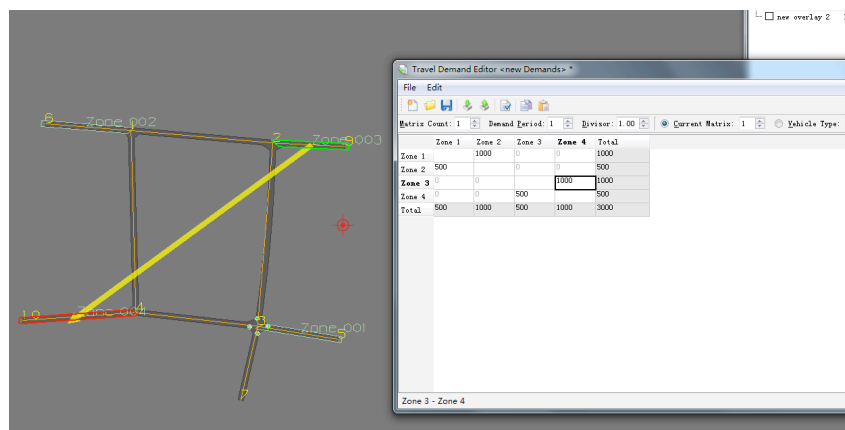
下面进行 demand 文件配置。点击“modeler”菜单栏的“edit-demand editor”, 弹出对话框。点击“file-new”, 弹出对话框如附图 8.15 所示, 点击 OK, 进入 demand 文件, 如附图 8.16 所示。

此文件表示两个小区之间的车流量, 双击 zone1 和 zone2 的交叉框, 在路网上会显示出一个黄色的箭头, 箭头的方向就表示车行走的方向, 通过这个箭头,

可以分辨出框里的数字代表的交通流向。图 17 代表从 zone1 到 zone2 是 1000 辆车，从 zone2 到 zone1 是 500 辆车，从 zone3 到 zone4 是 1000 辆车，从 zone4 到 zone3 是 500 辆车。文件设定完毕后，点击保存，会弹出对话框，并选择保存路径。



附图 8.15 demand 配置文件对话框

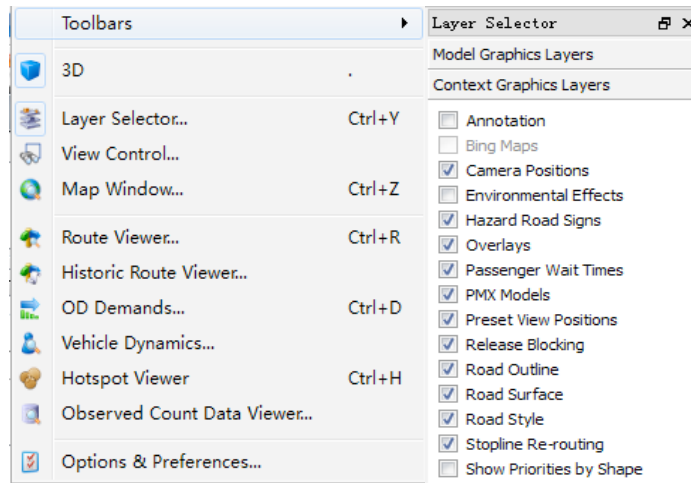


附图 8.16 demand 配置文件

8.3D 效果美化

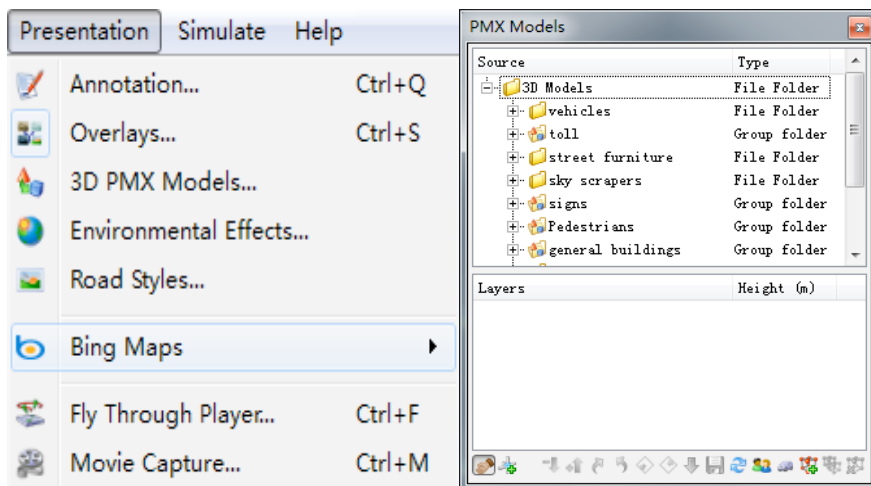
Modeler 建模器是 paramics 软件包的核心，用于网络构建、模型显示和交通仿真。既支持建立 2D 路网同时也支持 3D 路网编辑，并且具有强大的三维交通仿真功能，可以形象的仿真出实际交通道路的情况。

在 modeller 中，编辑好路网模型后，点击 view-3D，如附图 8.17 所示，即可将路网转换成三维模式，按住“shift”+鼠标左键即可转换视角，将路网调节到便于编辑的角度。



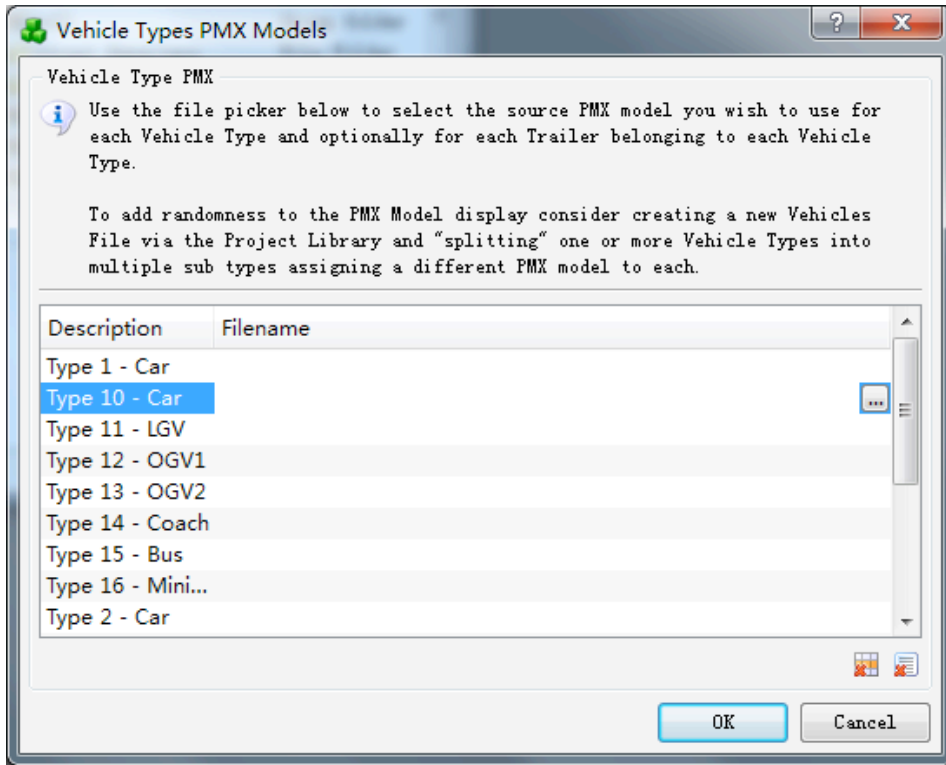
附图 8.17 presentation 对话框附图 12.18 layer selector 对话框

接下来点击 view-layer selector，如附图 8.18 所示，或者按快捷键“ctrl+Y”。选择“context graphics layers”标签，将“PMX Models”勾选起来，即可在路网中显示加载的 PMX 模型，如附图 8.19 所示。

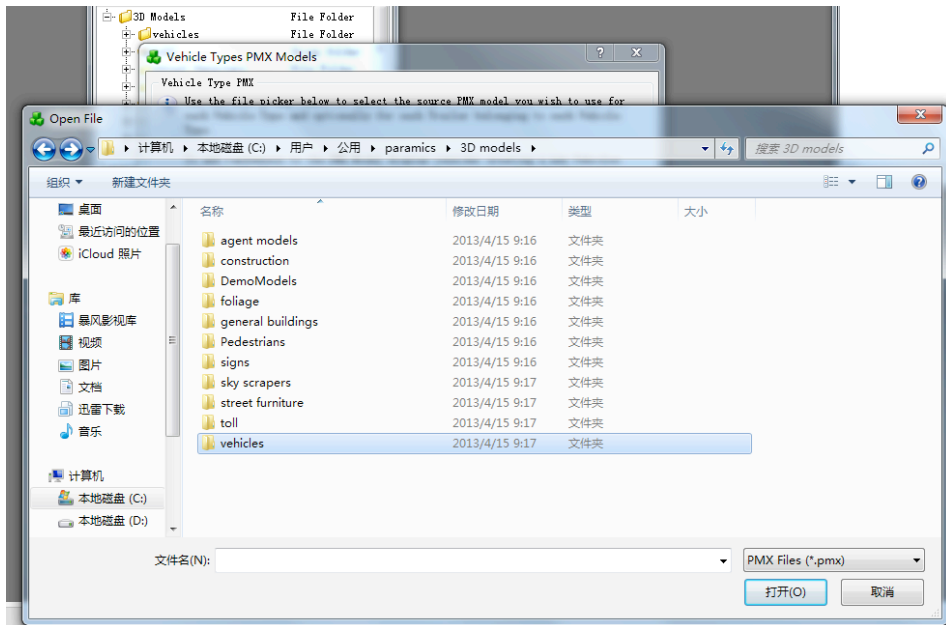


附图 8.19 PMX MODELS 设置

可以为路网中运行仿真的车辆添加纹理。具体操作步骤如下：点击“presentation-3D PMX Models”，也可以按快捷键“ctrl+x”。此时，弹出 3D 模型编辑对话框，如图 20 所示。点击小车图标，则弹出对话框如附图 12.20 所示。点击最右侧的小方框，则弹出编辑对话框如附图 12.21 所示，就可以选择相应的纹理了，然后点击确认即可，这样就为车辆添加了纹理，实现了车辆的 3D 可视化。



附图 8.20 3D 车辆模型文件加载



附图 8.21 3D 车辆模型文件加载

9. 路网建模完成

至此完成了研究区域整个路网的建模。下面就可以运行路网仿真了，点击“modeler”菜单栏的“simulate-start”，仿真运行，便可以得到相应的指标参数。

附录 9 停车收费政策实施前后交通流量变化

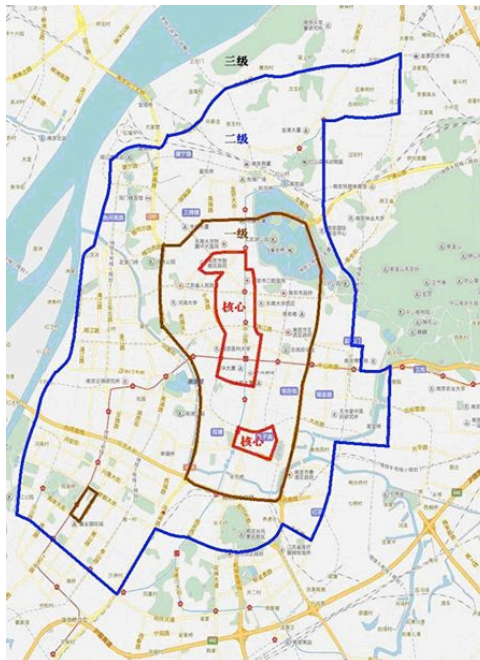
鉴于南京市于 2014 年 6 月 15 日对新的停车收费政策进行了实施,需要对政策实施前后的交通流状况进行调查分析,以了解停车收费政策对南京市交通流量的影响。课题组成了调查小组,对关键交叉口进行控制对比实验,即对某一交叉口进行相同星期次、相同时间的交通流量调查分析。分析对比交叉口在相同时间段不同停车收费政策下的交通流量变化情况。

1.南京市停车收费新政策实施

南京市调整的停车收费政策将于 6 月 15 日起实施。主要内容包括四个方面:

(1) 区域划分

公安部门会同城管、物价部门根据交通拥堵状况,调整了停车场区域划分。扩大了一级区域,一级区域东至城东干道,西至城西干道,南至应天大街,北至新模范马路;适当调整了二级区域,二级区域东至苜蓿园大街,西至扬子江干道,南至河西大街,北至栖霞大道;其他区域为三级区域,其三级区域划分如附图 12.1 所示。为了突出停车矛盾重点区域,在一级区域范围内新增核心区域,核心区域包括新街口、鼓楼、湖南路、夫子庙地区。核心区域面积约占江南六区总面积的 0.4%,一级区域面积约占 4%,二级区域面积约占 12.6%,三级区域面积约占 83%。具体区域划分见附图 9.1。



附图 9.1 收费等级区域划分图

(2) 收费标准

收费调整的重点,在区域上突出了核心区域和一级区域,在类别上突出了道

路临时停车泊位。小型车白天停车，核心区域，首小时内，干道 4 元/15 分钟，支路 3 元/15 分钟，首小时后，干道 5 元/15 分钟，支路 4 元/15 分钟，公共停车场 2 元/15 分钟；一级区域，首小时内，干道 3 元/15 分钟，支路 2 元/15 分钟，首小时后，干道 4 元/15 分钟，支路 2.5 元/15 分钟，公共停车场 1.5 元/15 分钟；二级区域，首小时内，干道 1.5 元/15 分钟，支路 1 元/15 分钟，首小时后，干道 2 元/15 分钟，支路 1.5 元/15 分钟，公共停车场 1 元/15 分钟；三级区域，干道、支路、公共停车场均 0.5 元/15 分钟。小型车夜间停车 1 元/小时。

（3）调控机制

为了适应交通流量和停车供求状况的变化，新的停车收费政策建立了实时调控机制。一是由公安部门负责，会同城管、物价部门，按交通拥堵状况等因素，实施区域范围动态调整；二是 5A 级旅游景区停车场，元旦、国庆等节假日期间，收费标准可以上浮 50%；三是根据交通拥堵状况和停车场停车泊位使用情况，经物价、交管、城管部门同意的公共停车场，收费标准可以上浮 50%；四是住宅物业管理区域占用业主共有道路或其他场地停车，经业主大会或者业主大会授权的业主委员会同意，收费标准可以上浮 15%；五是重大活动期间、特种停车场，可以执行不同的停车收费标准；六是有条件的单位、住宅小区等内部专用停车场允许对外开放，收费标准可以在公共停车场政府指导价标准上上浮 20%；七是适当提高夜间停车收费标准，吸引停车场夜间对外开放。

（4）配套措施

一是住宅物业管理区域停车收费标准保持稳定；二是对于住宅小区内停车矛盾突出、无法满足的业主，可以在周边的支路临时停车泊位实行包月停车，收费标准参照住宅物业管理区域停车收费标准；三是二级区域停车收费保持稳定，三级区域停车仍执行低标准收费，白天停车 1 小时收费 2 元；四是主城外围的城市交通枢纽、城市轨道交通换乘中心停车场实行优惠收费政策；五是继续执行车辆进入停车场 15 分钟以内免收停车费；车辆进入住宅物业管理区域内，为业主、物业使用人提供配送、维修、安装、搬家等服务的免收停车费；残疾人机动车在道路临时停车泊位停车 2 小时以内的（含 2 小时），免收停车费。

2.调查方案设计及实施

（1）调查目的

主要通过停车收费政策实施后的视频数据采集，进行前后交通量变化的对比分析，以揭示新的停车收费政策对南京市交通流量的影响。

（2）调查方法设计

针对若干关键交叉口，由于之前已经采集了停车收费政策前的交通量数据。拟采用控制实验的方法，对某一具体交叉口控制其数据采集的星期和时间不变，

对收费政策实施后的数据进行采集。以分析停车收费新政策对南京市区域交通量的影响。该实施方案的关键就是要控制所采集交叉口要保持相同的数据采集时间段和相同的星期，这样才可以保证数据对比的有效性。

具体的调查方法与之前视频采集一致，因为只需要采集交叉口各进口道的交通量信息，一般一个交叉口需要四名调查员，但个别交叉口如条件允许可以一个人拍摄两个进口道。摄像设备仍然选用相机或手机，选取视野良好的地方对交叉口进口道车流进行手持拍摄一个小时。后期对视频交通量数据进行人工处理，并与停车收费政策实施前期采集的交通量数据进行对比。

(3) 调查实施

调查方案设计完成后，通过调查小组进行实际的实施。具体的停车费政策实施前后交叉口调查基本信息如附表 9.1 所示。其中 C09（汉中路-中山南路）、C10（汉中路-管家桥）、C01（中山东路-太平南路）、C35（常府街-太平南路）和 C16（长江路-中山路）为工作日采集的数据，将其选作前后对比研究的主要交叉口。

附表 9.1 停车费政策实施前后交叉口调查基本信息

交叉口编号	停车费实施政策前		停车费实施政策后		调查员
	调查时间	调查周次	调查时间	调查周次	
C00	4.27 (14:00)	周日	-	-	
C01	4.23 (14:00)	周三	7.9 (14:00)	周三	
C03	4.23 (17:00)	周三	-	-	
C06	4.21 (14:03)	周一	-	-	
C07	4.22 (16:00)	周二	-	-	刘钊、周旭、田浩洋、于丰泉、杜威、陆捷
C08	4.24 (13:00)	周四	-	-	
C09	4.28 (17:00)	周一	7.7 (17:00)	周一	
C10	4.28 (07:00)	周一	7.7 (07:00)	周一	
C16	4.24 (15:00)	周四	7.10 (15:00)	周四	
C30	4.28 (09:00)	周一	-	-	
C35	4.23 (16:00)	周三	7.9 (16:00)	周三	

3.调查结果分析

将视频调查的交叉口数据各进口道流量进行统计汇总，得出选取的六个交叉口各进口道前后流量变化情况表，见附表 9.2。各交叉口进口道交通量变化的百分比数据如附表 9.3 所示。

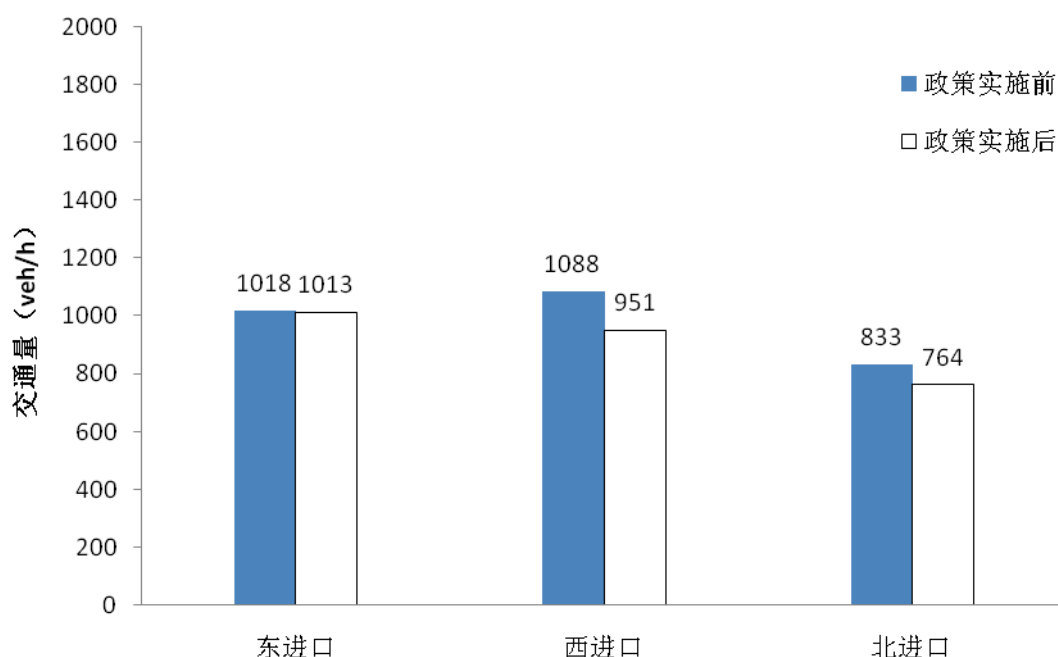
附表 9.2 各交叉口停车收费政策实施前后交通量变化

项目	东进口		西进口		南进口		北进口		总交通量	
	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后
C10	1018	1013	1088	951	-	-	833	764	2939	2728
C09	1044	845	1015	725	1291	1782	1225	1518	4575	4870
C01	578	768	1320	1112	155	186	902	836	2955	2902
C35	584	785	630	462	-	-	920	812	2134	2059
C16	746	732	737	664	1111	1363	861	1194	3455	3953

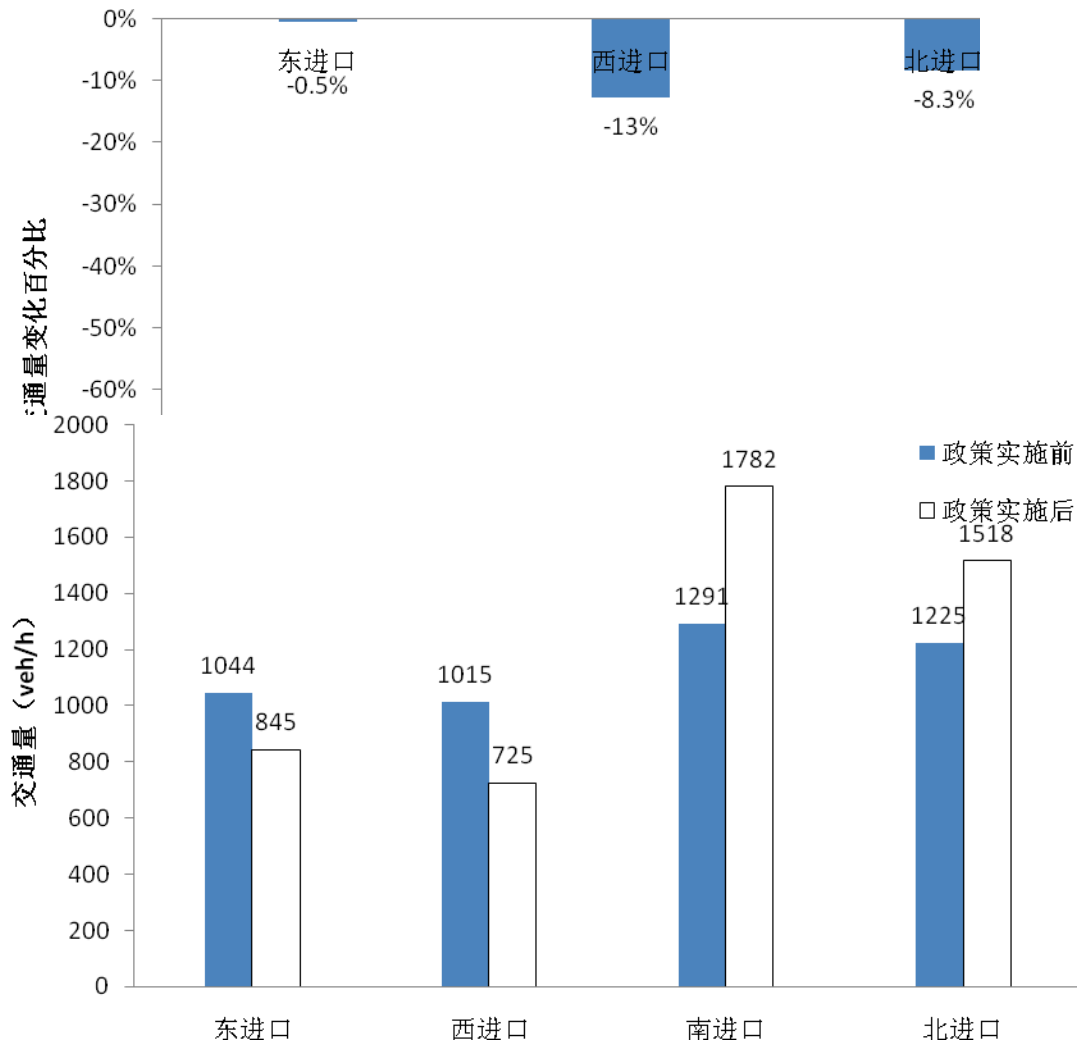
为了直观地观察选取的 5 个交叉口收费政策实施前后的交通量变化情况, 将表 2 中的交通量变化数据绘制成柱状图。C10、C09、C01、C35 及 C16 各进口道的交通量变化情况分别如附图 9.2-9.6 所示。

附表 9.3 各交叉口停车收费政策实施前后交通量变化百分比 (“-”代表下降)

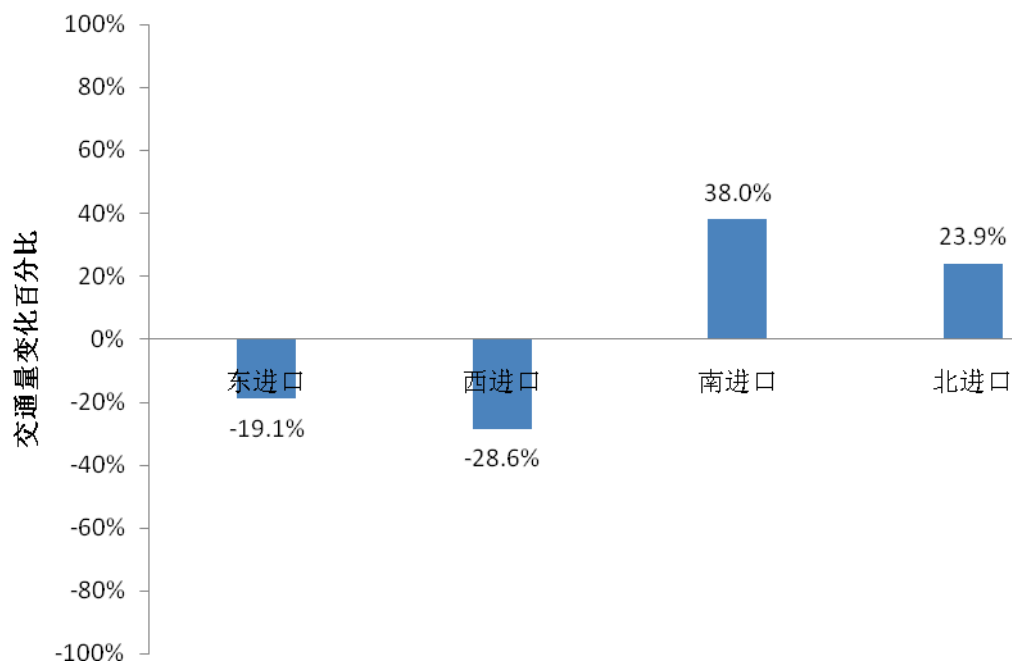
	东进口	西进口	南进口	北进口
C10	-0.491159	-12.59191176	-	-8.283313325
C09	-19.0613	-28.57142857	38.03253292	23.91836735
C01	32.871972	-15.75757576	20	-7.317073171
C35	34.417808	-26.66666667	-	-11.73913043
C16	-1.876676	-9.905020353	22.68226823	38.67595819



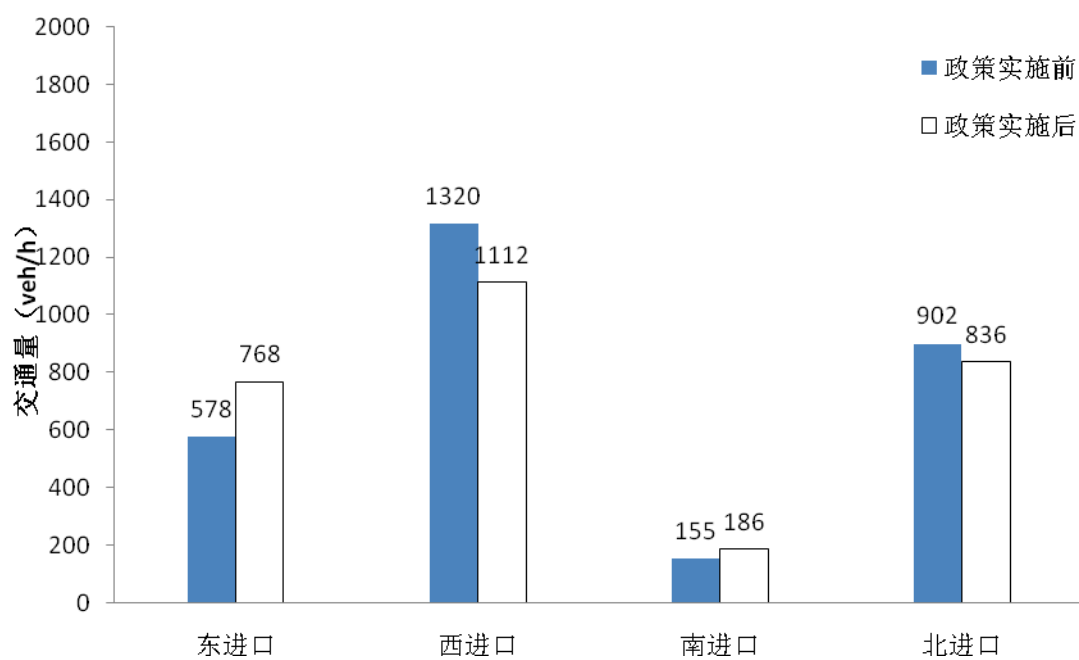
附图 9.2 (a) 停车收费政策对 C10 (汉中路-管家桥) 交通量影响



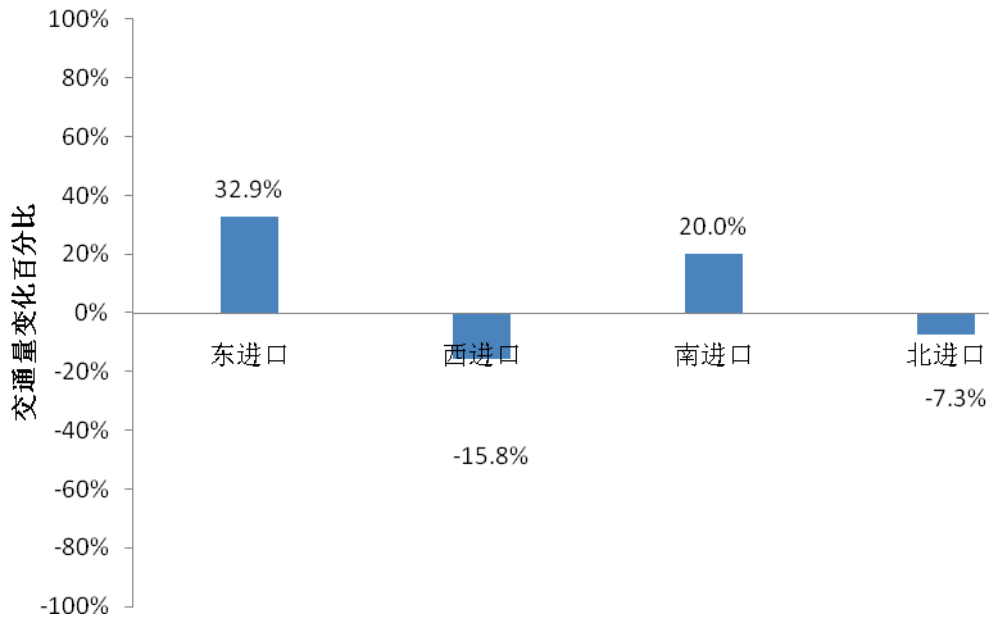
附图 9.3 (a) 停车收费政策对 C09 (汉中路-中山南路) 交通量影响



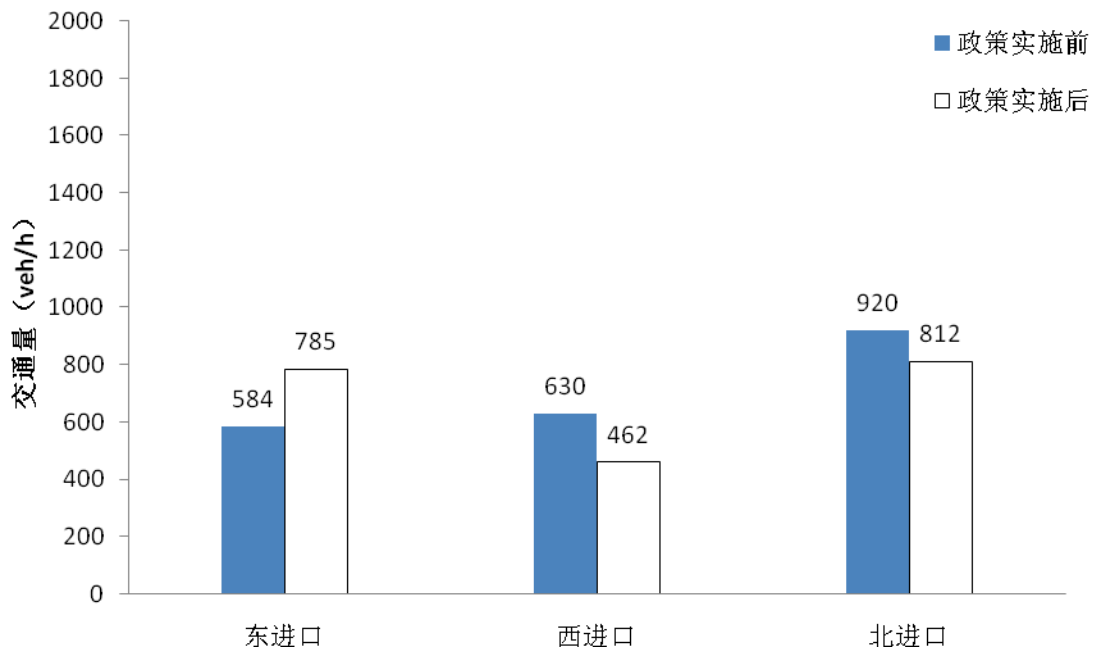
附图 9.3 (b) 停车收费政策对 C09 (汉中路-中山南路) 交通量影响



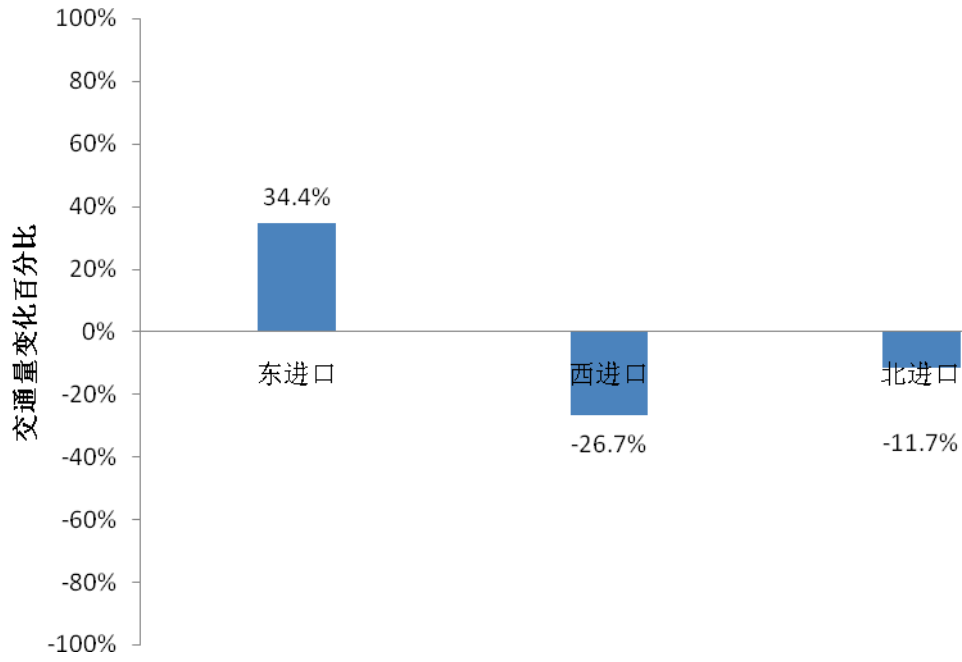
附图 9.4 (a) 停车收费政策对 C01 (中山东路-太平南路) 交通量影响



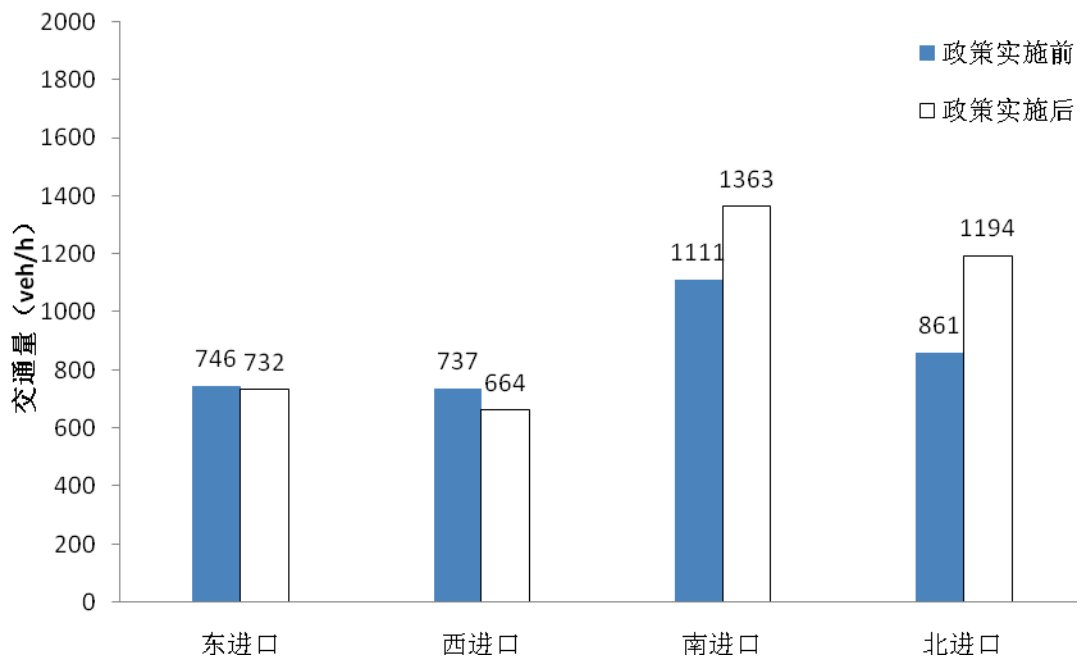
附图 9.4 (b) 停车收费政策对 C01 (中山东路-太平南路) 交通量影响



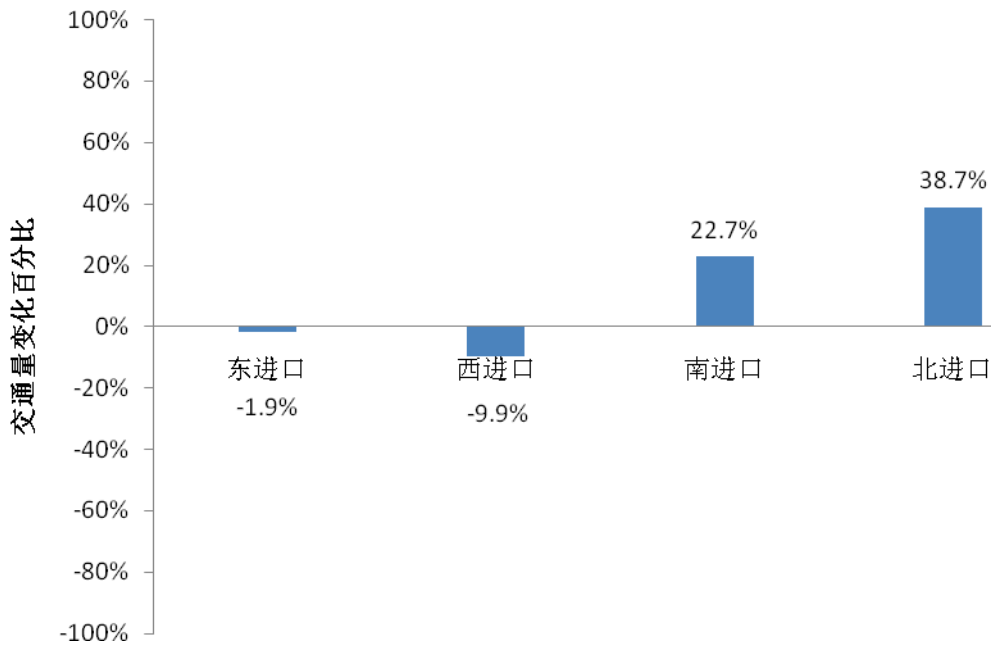
附图 9.5 (a) 停车收费政策对 C35 (常府街-太平南路) 交通量影响



附图 9.5 (b) 停车收费政策对 C35 (常府街-太平南路) 交通量影响



附图 9.6 (a) 停车收费政策对 C16 (长江路-中山路) 交通量影响



附图 9.6 (b) 停车收费政策对 C16 (长江路-中山路) 交通量影响

由附图 9.2-9.6 可以看出, 相同周次的相同时间段, 汉中路-管家桥 (C10) 交叉口各进口道的交通量均有不同程度的下降。汉中路-中山南路交叉口 (C09) 中汉中路上的东西进口道交通量呈下降趋势, 南北向进口道流量相比收费政策实施前有增大趋势。相比看来, 中山东路-太平南路 (C01) 交通量变化无显著规律, 其中西、北进口道交通量下降, 东、南进口道交通量略有上升。常府街-太平南路交叉口 (C35) 西进口和北进口交通量下降了 100-200veh/h, 东进口交通量上升了约 200veh/h。长江路-中山路 (C16) 交叉口东西向的交通量略有下降, 南北向进口道的交通量则有较大幅度的增加。

4.小结

由于调查仅仅选择了停车政策实施前后某两天的交通流量做比较, 受偶然因素影响的可能性很大。并且该调查方案仅仅选取了 5 个交叉口在停车收费新政策实施前后两天的数据变化进行对比。根据该调查的方案, 是无法得出停车收费政策的实施对交通流量产生的普遍影响。若需进一步研究停车收费政策的实施所产生的影响, 需要增加样本调查量、扩大调查范围、增加调查对比时间等。